

# CHIMIE

1ere L

# **Chimie**

## **Première L**



<b>I. Rappels .....</b>	<b>1</b>
1) Formule électronique d'un atome .....	1
2) Représentation de Lewis .....	1
3) Formule développée et formule semi-développée .....	1
4) Les isomères .....	2
5) Composés carbonés .....	3
6) Pourcentage atomique .....	3
<b>II. Carbone, élément de base .....</b>	<b>3</b>
<b>CHAPITRE II STRUCTURE ET PROPRIETE DE LA CHAINE CARBONEE .....</b>	<b>5</b>
<b>II.1 Structures des chaînes carbonées des hydrocarbures .....</b>	<b>5</b>
a) Représentation de Lewis .....	5
b) La nature des liaisons .....	5
c) La famille des hydrocarbures .....	5
<b>II.2 Les alcanes .....</b>	<b>6</b>
a) Structure de la molécule du méthane .....	6
b) Représentation de la molécule .....	6
c) Les premiers alcanes de la série .....	7
<b>II.3 Nomenclature des alcanes .....</b>	<b>8</b>
<b>II.4 La masse molaire d'un alcane en fonction de <math>n</math> .....</b>	<b>10</b>
<b>II.5 Les hydrocarbures à chaîne insaturées .....</b>	<b>10</b>
<b>II.5 Les alcynes .....</b>	<b>11</b>
<b>II.6 Quelques réactions d'additions sur les alcènes .....</b>	<b>12</b>
<b>CHAPITRE III NOTION SUR LES MACRO-MOLECULES : les matières plastiques .....</b>	<b>15</b>
<b>I. Synthèse des matières plastiques .....</b>	<b>15</b>
I.1. Principe de la synthèse des matières plastiques .....	15
I.2. Les principales matières plastiques et leur utilisation .....	16
I.3. Identification des matières plastiques .....	17
I.4. Matière thermoplastique, thermodurcissable et élastomère .....	18
<b>II. Analyse de quantité d'un composé organique .....</b>	<b>18</b>
<b>CHAPITRE IV : GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE ET METALLURGIQUE UTILISANT L'OXYDOREDUCTION .....</b>	<b>22</b>
<b>I. La sidérurgie .....</b>	<b>22</b>
<b>EXPOSES .....</b>	<b>24</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>44</b>

## CHAPITRE I : PRESENTATION DES RESSOURCES ORGANIQUES NATURELLES

La chimie organique est la chimie des composées du carbone, que ces composées soient naturelles ou artificielles.

### I. Rappels

#### 1) Formule électronique d'un atome

La structure d'un atome est définie par sa formule électrique dans laquelle chaque couche est représentée par une lettre : (K), (L), (M), (N).....

Le nombre d'électron de chaque couche est indiqué quantiquement :  $2n^2$

Pour ce faire :

- Pour  $n = 1 \rightarrow (K)^2$
- Pour  $n = 2 \rightarrow (L)^8$
- Pour  $n = 3 \rightarrow (M)^{18}$
- Pour  $n = 4 \rightarrow (N)^{32}$
- 

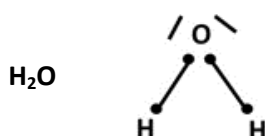
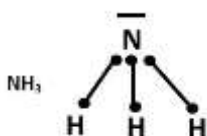
Ainsi, pour les atomes : H(Z=1) ; C(Z=6) ; N(Z=7) ont les électrons de valences  $2n^2$

#### 2) Représentation de Lewis

Dans la représentation de Lewis d'une molécule, on a :

- Le symbole de l'élément qui représente le noyau de l'atome et les électrons internes ;
- Un tiret situé entre les symboles de deux atomes ;
- Un tiret situé autour du symbole d'un atome représente un doublet non liant.

Exemple :



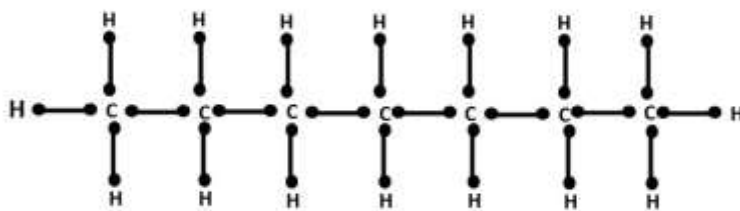
#### 3) Formule développée et formule semi-développée

Dans une formule développée, on représente les liaisons par des tirets.

Dans une formule semi-développée, on représente plus les liaisons d'atome d'hydrogène.

Exemple : heptane  $\text{C}_6\text{H}_{16}$

Formule  
développée



Formule semi  
développée

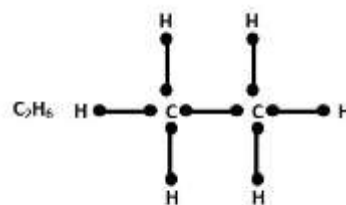
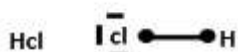
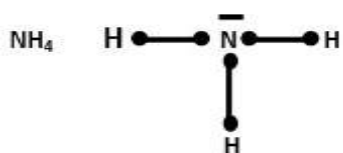


## Exercice

- A. Donner la représentation de Lewis :  $\text{NH}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$   
 B. Donner la formule développée et semi-développée :  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,  $\text{CO}_2$  et  $\text{C}_6\text{H}_{14}$

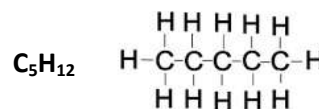
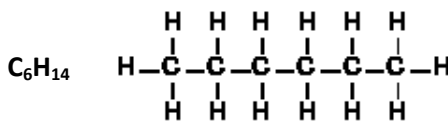
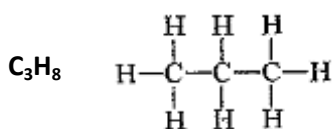
## Résolution

- A. Donnons la représentation de Lewis



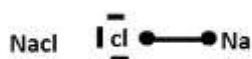
- B. Donnons les formules développées et semi développée

- Formules développées

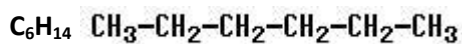
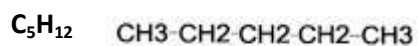


$\text{NaCl}$  ;  $\text{CO}_2$

- Formules semi-développées



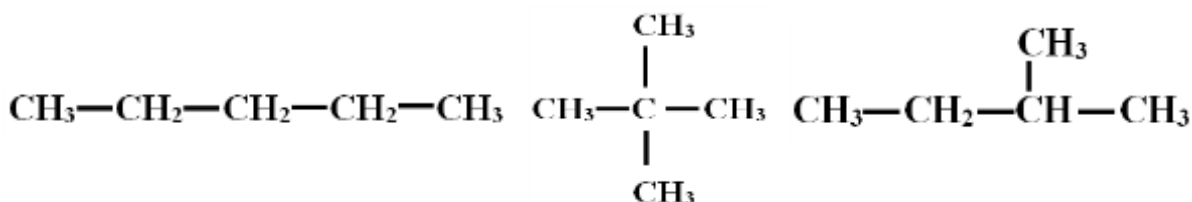
$\text{CO}_2$



## 4) Les isomères

Toutes les composées ayant la même formule brute mais des formules développées ou semi-développées différentes sont appelées **isomères**.

Exemple :  $\text{C}_5\text{H}_{12}$



## 5) Composés carbonés

Les espèces ne contenant que le carbone et l'hydrogène sont appelés les hydrocarbures. Certains composés, les alcools, glucides, lipides contiennent en plus de l'élément Oxygène, d'autres éléments chimiques. Par exemple, les protéines possèdent de l'azote en plus de l'oxygène.

## 6) Pourcentage atomique

Le pourcentage atomique d'un élément dans une molécule est le quotient du nombre d'atomes de cet élément par le nombre total d'atome présent dans la molécule.

$$\text{Soit } C_xH_yO_z, P_{a(c)} = \frac{x_c}{n+y+z}$$

Exemple : Soit  $C_8H_{18}N_2$

$$P_C = \frac{8}{28} = 0,28 \quad P_C = 28\% \quad \%C = \frac{8 \times 100}{28} = 28,57$$

$$P_H = \frac{18}{28} = 0,64 \quad P_C = 64\% \quad \%H = \frac{18 \times 100}{28} = 64,28$$

$$P_N = \frac{2}{28} = 0,07 \quad P_C = 7\% \quad \%N = \frac{2 \times 100}{28} = 7,14$$

$$\%C + \%H + \%N = 99,99\%$$

## II. Carbone, élément de base

Le carbone a pour numéro atomique  $Z=6$ , sa formule électronique est  $(Z=6) : (K)^2 (L)^4$ . On dit que l'atome de carbone possède donc 04 électrons sur sa couche externe pour satisfaire à la règle de l'octet. Chaque atome de carbone d'une molécule participe à 04 liaisons covalentes. On dit pour cela que le carbone est tétravalent.

### Série d'exercices

A. L'éthanol a pour formule  $C_2H_6O$

1. Déterminer sa représentation de Lewis
2. Déterminer le pourcentage atomique en oxygène

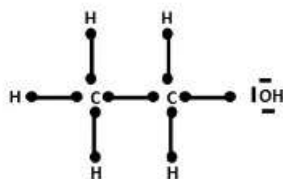
B. Ecrire la formule développée et semi-développée des composés suivants :  $C_6H_6$  ;  $C_4H_{10}$  ;  $H_2O$  ;  $C_7H_{16}$  ;  $C_9H_{20}$

C. Donner la structure électronique des atomes suivants : O, N,  $Ag^{2+}$ ,  $O^{2-}$ , Mg, Au,  $Cl^{3+}$ , Cl, Na,  $Na^{2+}$

### Résolution

A.

- 1) Déterminons la représentation de Lewis de l'éthanol

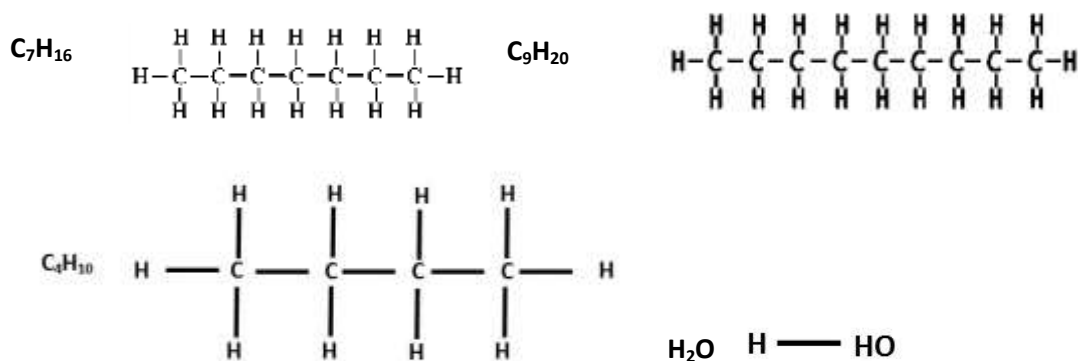


2) Déterminons le pourcentage atomique en Oxygène

$$P_0 = \frac{1}{2 + 6 + 1} = \frac{1}{9} = 0.11 \quad P_0 = 11,11\%$$

3) Ecrivons la formule développée et semi-développée des composés

- Formules développées



- Formules semi développées



C. Donnons la structure électronique des atomes

O(Z=8) : (K)<sup>2</sup>(L)<sup>6</sup> ; N(Z=7) : (K)<sup>2</sup>(L)<sup>5</sup> ; Ag<sup>2+</sup>(Z=47) : (K)<sup>2</sup>(L)<sup>8</sup>(M)<sup>18</sup>(N)<sup>17</sup> ;

O<sup>2-</sup>(Z=10) : (K)<sup>2</sup>(L)<sup>2</sup> ; Mg(Z=12) : (K)<sup>2</sup>(L)<sup>6</sup>(M)<sup>2</sup> ; Au(Z=79) : (K)<sup>2</sup>(L)<sup>8</sup>(M)<sup>18</sup>(N)<sup>32</sup>(O)<sup>19</sup> ;

Cl<sup>3+</sup>(Z=14) : (K)<sup>2</sup>(L)<sup>8</sup>(M)<sup>4</sup> ; Cl(Z=17) : (K)<sup>2</sup>(L)<sup>8</sup>(M)<sup>7</sup> ; Na(Z=11) : (K)<sup>2</sup>(L)<sup>8</sup>(M)<sup>1</sup> ;

Na<sup>2+</sup>(Z=9) : (K)<sup>2</sup>(L)<sup>7</sup>

## CHAPITRE II : STRUCTURE ET PROPRIETE DE LA CHAINE CARBONEE

### II.1 Structures des chaines carbonées des hydrocarbures

#### a) Représentation de Lewis

L'atome d'hydrogène ( $Z=1$ ) a pour représentation de Lewis : H. Nous déduisons qu'il ne peut former qu'une seule liaison covalente.

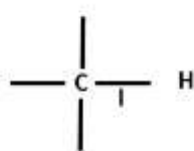
L'atome de carbone ( $Z=6$ ) a pour représentation de Lewis : on peut dire que le carbone peut former 4 liaisons covalentes.

#### b) La nature des liaisons

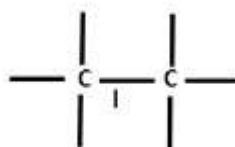
##### b.1 Liaison covalente simple

On rencontre deux sortes de liaisons simples.

- Liaison carbone-hydrogène,  $l=110\text{pm}$



- Liaison carbone-carbone,  $l=154\text{pm}$



##### b.2 Liaison covalente double

Elle se forme quand deux atomes de carbone mettent en commun quatre électrons constituant deux doublés de liaison : on peut qualifier ces liaisons de liaisons doubles avec  $l=134\text{pm}$ .



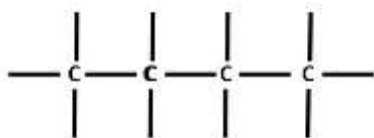
La liaison double est plus lourde à manipuler que la liaison simple.

#### c) La famille des hydrocarbures

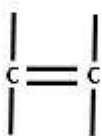
Selon la nature des liaisons  $C - C$ , on regroupe les hydrocarbures en famille suivante :

- La famille des alcanes : les chaînes carbonées ne comportent que des liaisons simples ;





- La famille des alcènes : les chaînes carbonées comportent une liaison double et deux liaisons simples ;



- La famille des alcynes : les chaînes carbonées comportent une liaison triple et une liaison simple ;



## II.2 Les alcanes

Les alcanes sont des hydrocarbures qui ne possèdent que des liaisons covalentes simples dans leur molécule et dont les atomes de carbone forment des chaînes ouvertes.

### a) Structure de la molécule du méthane

Le méthane est le 1<sup>er</sup> élément dans la famille des alcanes.

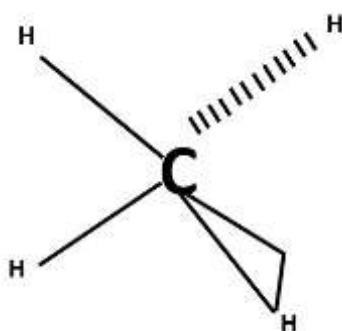
Dans la molécule du méthane, un atome de carbone est lié à quatre atomes d'hydrogène. Sa formule brute est CH<sub>4</sub>. Les quatre atomes d'hydrogène sont dispersés au sommet d'un tétraèdre régulier au centre duquel se trouve l'atome de carbone.

Un atome de carbone lié à quatre atomes d'hydrogène par des liaisons simples est qualifié de **carbone tétragonal** (ou carbone tétravalent).

### b) Représentation de la molécule

L'écriture de la formule brute ne renseigne pas suffisamment sur la géométrie de la molécule. On doit faire appel à des molécules par une représentation en perspective. Par convention :

- ❖ Les traits pleins ( — ) : signifient que les liaisons sont dans le plan de la figure ;
- ❖ Les traits interrompus ( - - - ) : signifient que les liaisons sont en arrière-plan ;

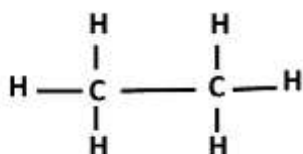


❖ Les triangles pleins (i) : les liaisons sont en 1<sup>er</sup> plan ou en face de l'observateur

### c) Les premiers alcanes de la série

Le 2<sup>e</sup> membre de la famille des alcanes est l'éthane et a pour formule brute  $C_2H_6$

- Sa formule semi développée est :

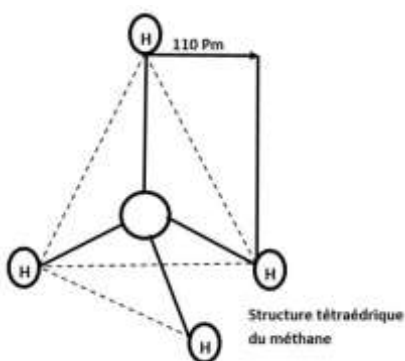


- Sa formule développée est :

Les formules développées sont lourdes à manier, on peut alléger ces écritures en utilisant des formules semi-développées.

Dans la formule semi-développée de l'éthane, il y a deux groupes méthyl ( $-CH_3$ ) tournant rapidement l'un par rapport à l'autre, on dit qu'il y a "libre rotation" autour de la liaison C-C.

NB : On remarque que les hydrocarbures (alcanes) ont pour formule brute générale



$C_nH_{2n+2}$  avec  $n \geq 1$

Pour  $n=1$ ,  $\rightarrow CH_4 \rightarrow$  Méthane

Pour  $n=2$ ,  $\rightarrow C_2H_6 \rightarrow$  Ethane

Pour  $n=3$ ,  $\rightarrow C_3H_8 \rightarrow$  Propane

Pour  $n=4$ ,  $\rightarrow C_4H_{10} \rightarrow$  Butane

Pour  $n=5$ ,  $\rightarrow C_5H_{12} \rightarrow$  Pentane

Pour  $n=6$ ,  $\rightarrow C_6H_{14} \rightarrow$  Hexane

Pour  $n=7$ ,  $\rightarrow C_7H_{16} \rightarrow$  Heptane

Pour  $n=8$ ,  $\rightarrow C_8H_{18} \rightarrow$  Octane

Pour  $n=9$ ,  $\rightarrow C_9H_{20} \rightarrow$  Nonane

Pour  $n=10$ ,  $\rightarrow C_{10}H_{22} \rightarrow$  Decane

## II.3 Nomenclature des alcanes

### a. Les alcanes à chaîne linéaire

Le nom d'un alcane à chaîne linéaire se forme en associant un radical à la terminaison "ane".

Le radical indique le nombre d'atome de carbone de la chaîne : pent, hex, hept...

Exemple : un des constituants de l'essence est un alcane en C8, son nom est Octane et a pour formule brute  $C_8H_{18}$

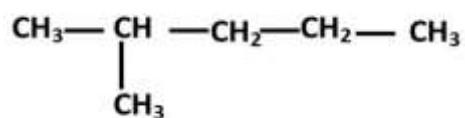
### b. Les alcanes à chaînes ramifiées

Pour nommer les alcanes à chaîne ramifiée, on utilise la règle suivante :

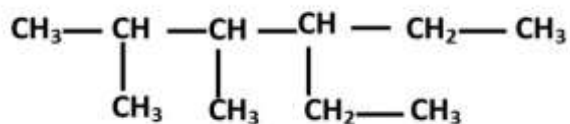
1. On détermine la plus longue chaîne linéaire appelée "chaîne principale" et elle donne son nom à l'alcane ;
2. On identifie les ramifications greffées sur la chaîne principale. Ce sont groupe alkyles :  $-CH_3$  (groupe méthyl),  $CH_3-CH_2-$  ou  $-C_2H_5$  (groupe éthyle)
3. On numérote la chaîne principale en choisissant le sens de telle sorte que le carbone portant le groupe alkyle porte le plus petit numéro ;
4. Si les groupes alkyles sont différents, ils sont énoncés dans l'ordre alphabétique ;
5. La présence de plusieurs groupes alkyles identiques est indiquée par un préfixe multiplicatif (di, tri, tétra...). Ces préfixes n'interviennent pas dans l'ordre alphabétique ;

Exemple : Donner le nom systématique des composés dont les formules semi-développées sont :

a.



b.

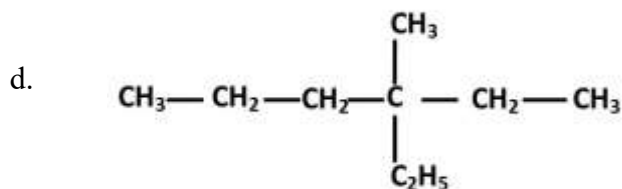
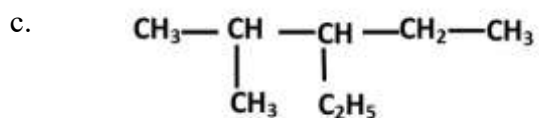
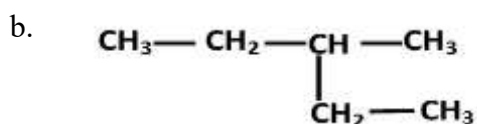
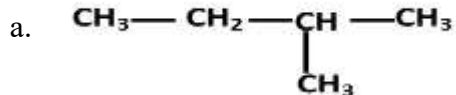


### Solution

- a. La chaîne principale comporte 5 atomes de carbone (pentane) :
  - Elle comprend 1 groupe alkyl (méthyl)
  - Il s'agit de : méthyl-2 pentane
- b. La chaîne principale comporte 6 atomes de carbone (hexane) :
  - Il y a 3 groupes alkyl
  - Il s'agit de (éthyl-4 ; diméthyl-2,3 hexane)

### Exercices d'application

Nommer les alcanes suivants



### Solution

- a. Méthyl-2 butane
- b. Méthyl-3 pentane
- c. Ethyl-3, méthyl-2 pentane
- d. Ethyl-3 méthyl-3 hexane

## II.4 La masse molaire d'un alcane en fonction de $n$

$$M = 12 \times n + (2n + 2)$$

$$M = (14n + 2) \text{ g/mol}$$

Exemple : La masse molaire d'un alcane linéaire est  $M=114 \text{ g/mol}$ . Quels sont, la formule brute et le nom de cet alcane ?

Solution :

$$14n + 2 = 114 \Rightarrow n = \frac{114-2}{14}$$

$$n = 8$$

La formule brute de cet alcane est :  $C_8H_{16}$  et son nom est l'Octane.

## II.5 Les hydrocarbures à chaîne insaturées

### 1. Les alcènes

Les alcènes sont des hydrocarbures insaturés non cycliques qui possèdent une double liaison. Ils répondent à la formule générale  $C_nH_{2n}$  avec  $n>1$ . Les atomes de carbone des doubles liaisons ne sont liés qu'à trois autres atomes. Ils sont dits trigonaux. Le 1<sup>er</sup> élément dans la famille des alcènes est l'éthylène de formule brute  $C_2H_4$ .

Pour  $n=2$ ,  $C_2H_4 \rightarrow$  Ethylène

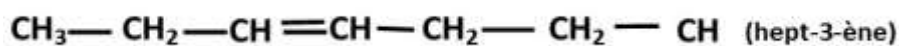
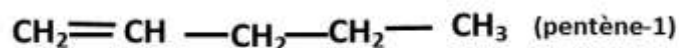
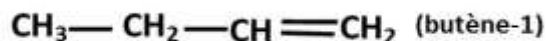
Pour  $n=3$ ,  $C_3H_6 \rightarrow$  Propène

Pour  $n=4$ ,  $C_4H_8 \rightarrow$  Butène

Pour  $n=5$ ,  $C_5H_{10} \rightarrow$  Pentène

La terminaison "ane" des alcanes est remplacée par "ène".

Exemple :



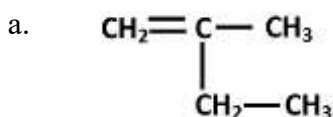
### 2. Les alcènes à chaînes ramifiées

La nomenclature des alcènes à chaîne ramifiée obéit aux 03 règles suivantes :

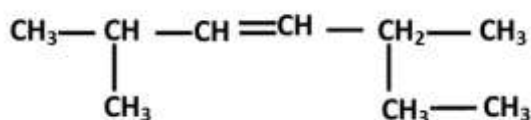
1. Pour identifier la présence de la double liaison ( $C=C$ ), la terminaison "ène" remplace "ane" des alcanes. On recherche la chaîne principale qui doit absolument contenir la double liaison et elle donne son nom à l'alcène.

- La position de la double liaison est donnée par le numéro du 1<sup>er</sup> atome de carbone doublement lié rencontré dans le sens de la numérotation de la chaîne principale selon la règle des alcènes linéaires.
- On identifie les groupes alkyls.

Exemple : Nommer



b.



Solution :

- Méthyl-2 but-1-ène
- Diméthyl-2,5 hept-3-ène

### 3. Masse molaire d'un alcène en fonction de $n$

$$M = (14n) \text{ g/mol}$$

Exemple : la masse molaire d'un alcène est  $M=56 \text{ g/mol}$ . Déterminer sa formule brute et son nom.

Solution :

$$14n = 56 \Rightarrow n = \frac{56}{14}$$

$$n = 4$$

$\text{C}_4\text{H}_8$  : Butane

## II.5 Les alcynes

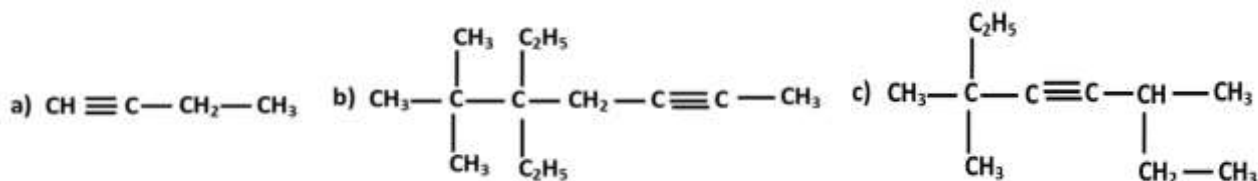
### a. Définition

On appelle alcyne, les hydrocarbures ayant une triple liaison ( $-\text{C} \equiv \text{C}-$ ) dans une chaîne. La formule générale des alcynes non cycliques est  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ . L'hydrocarbure le plus simple, une triple liaison, est l'acétylène appelé encore éthylène, de formule brute  $\text{C}_2\text{H}_2$   $l=121 \text{ pm}$  (formule développée).

Les noyaux des 04 atomes sont alignés, la distance séparant les atomes de carbone est encore plus courte que celle des éthylènes et vaut  $121 \text{ pm}$ .

### b. La nomenclature

Elle obéit à la règle analogue que celle des alcènes. La seule différence, le préfixe "ène" des alcènes est remplacé par "yne".



Exemple : nommer

Solution

- a) But-1-yne
- b) Diéthyl-5,5 diméthyl-6,6 hept-2-yne
- c) Triméthyl-3,3 oct-4-yne

## II.6 Quelques réactions d'additions sur les alcènes

### a. Addition de di halogène sur les alcènes (halogénéation)

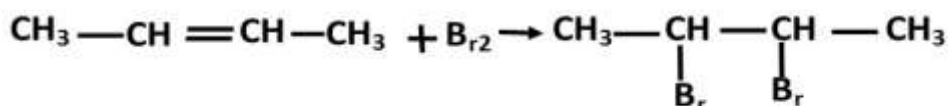
L'addition de dihalogène (dibrome  $\text{Br}_2$ , difluor  $\text{F}_2$ , dichlore  $\text{Cl}_2$ , diiode  $\text{I}_2$ ) sur les alcènes conduit au dibromom, diodo, dichloro, difluoro, alcane selon l'équation bilan :  $\text{C}_n\text{H}_{2n} + \text{X}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n}\text{X}_2$

Exemple :

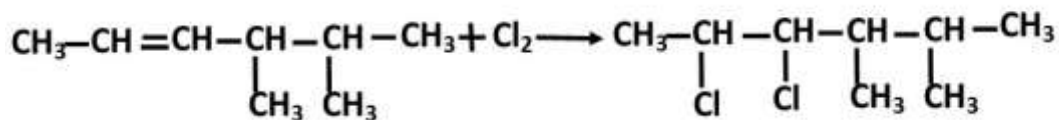
- 1. Ecrire l'halogénéation de di brome sur le but-2-ène.
- 2. Ecrire l'addition de di chlore sur le diméthyl-4,5 hex-2-ène

Solution

- 1. Dibromo-2,3 butane



- 2. Dichloro-2,3 diméthyl-4,5 hexane



### b. Addition du groupe HA sur les alcènes (avec HA= halogène)

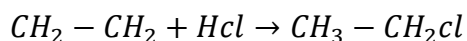
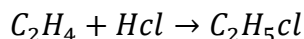
L'addition d'un composé HA sur la double liaison d'un alcène conduit de façon préférentielle à la fixation du groupe A sur l'atome de carbone le plus substitué. L'atome d'hydrogène se fixe alors sur l'atome le plus hydrogéné. L'équation-bilan s'écrit :  $\text{C}_n\text{H}_{2n} + \text{AH} \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{A}$

**Exercice :**

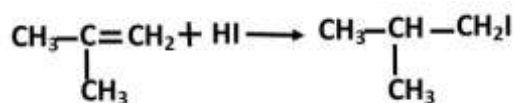
1. Ecrire l'équation-bilan du chlorure d'hydrogène (HCl) sur l'éthylène
2. Ecrire l'équation-bilan de l'iodure d'hydrogène (HI) sur le méthyl-2 propène-1

**Solution :**

1. Ecrivons l'équation-bilan du HCl

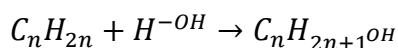


2. Iodo1, méthyl-1 propane

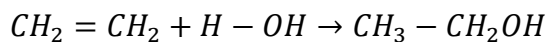
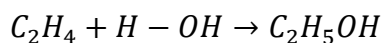
**c. Hydrogénation**

L'hydrogénation d'un alcène est l'addition d'eau avec un alcène.

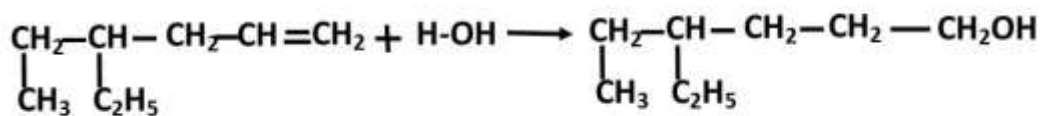
L'eau réagit avec un alcène pour donner un alcool. L'équation-bilan de la réaction s'écrit :



Exemple : éthanol



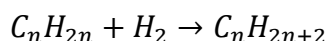
Exemple 2 : Ecrivons l'équation-bilan de l'addition de l'eau sur méthyl-3, éthyl-4 pentène



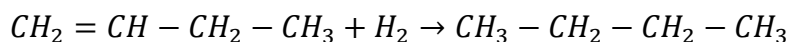
Solution

**d. Dihydrogénation des alcènes**

La dihydrogénation avec les alcènes est une double hydrogénation des alcènes. Cette réaction se fait en présence d'un catalyseur et produit des alcanes selon l'équation-bilan suivante :

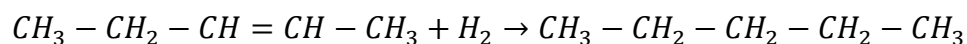


Exemple : butane



Pentane

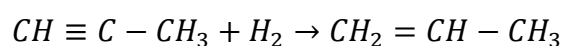
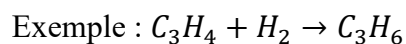




### e. Hydrogénation des alcynes

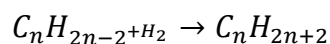
L'hydrogénation s'additionne sur les alcynes par ouverture d'une ou de deux liaisons fragiles en présence d'un catalyseur pour donner un alcène ou un alcane.

Si la quantité de dihydrogène ( $H_2$ ) est insuffisante, l'hydrogénation conduit aux alcènes suivant l'équation-bilan :  $C_nH_{2n+2H_2} \rightarrow C_nH_{2n}$



Dans ce cas précis, l'équation est dite incomplète.

Si la quantité dihydrogénée est suffisante, la réaction conduit aux alcanes selon l'équation-bilan :



Dans ce cas, la réaction est dite complète.

### Application

1. Ecrire l'hydrogénation de dichlore sur le diméthyl-4,5 hexène-2
2. Ecrire l'équation-bilan de dibrome sur l'éthylène
3. Ecrire l'équation-bilan de bromure d'hydrogène HBr sur le propène
4. Ecrire l'équation-bilan de l'addition de chlorure d'hydrogène sur

le méthyl-2propène-1.

## CHAPITRE III NOTION SUR LES MACRO-MOLECULES : les matières plastiques

### Objectif :

- Comment fabrique-t-on les matières plastiques ?
- Quels sont les inconvénients liés à leur utilisation ?

### I. Synthèse des matières plastiques

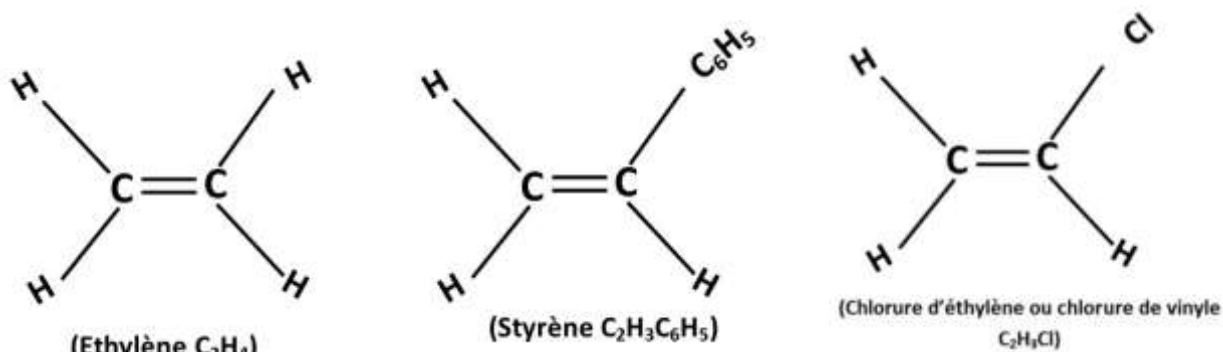
Les matières plastiques sont des matériaux organiques naturels ou synthétiques constitués de macromolécules.

Les matières plastiques peuvent être obtenues par : polycondensation ou polymérisation.

Par définition, la polymérisation ou polyaddition est l'addition des uns à la suite des autres d'un très grand nombre de molécules identiques insaturées comportant toujours au moins une double liaison (C=C).

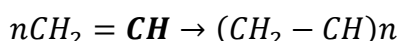
#### I.1. Principe de la synthèse des matières plastiques

Les matières plastiques sont fabriquées par polymérisation de l'éthylène ou de ses nombreux



dérivés : le styrène, chlorure d'éthylène.

Ces molécules sont généralement des produits de pétrochimie. Le principe général de synthèse de matières plastiques est présenté par l'équation-bilan suivante :

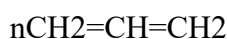


$CH_2=$  → monomère ;  $CH-$  → polymère

Où  $n$  est l'indice (ou degré) de polymérisation, il indique le nombre moyen de motif dans la chaîne d'un polymère.  $n$  peut prendre les valeurs 10, 100, 1000 etc. Dans cette équation,

- X est un substituant : H ; C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> ; Cl
- CH<sub>2</sub>=CH est le monomère
- (CH<sub>2</sub>-CH)<sub>n</sub> est le polymère

Exemple : l'équation-bilan de polymérisation de l'éthylène s'écrit :



#### ❖ Principales qualités de matières plastiques

Les matières plastiques sont, selon les cas : élastique, excellent isolant, excellent isolant thermique, solide, légère, imperméable et transparente, facilement façonnable.

## **I.2. Les principales matières plastiques et leur utilisation**

Les matières plastiques sont :

- Polyéthylène
- Polychlorure de vinyle
- Polystyrène

### **a) Polyéthylène (PE)**

Le polyéthylène est obtenu par polymérisation de l'éthylène ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ). On distingue deux principaux polyéthylènes. Selon leur masse volumique, on a :

- Polyéthylène basse densité (PE-BD)
- Polyéthylène haute densité (PE-HD)
- ✓ Le PE-BD est obtenu à  $180^\circ\text{C}$  et sous haute pression (2000 bars environ). Plus léger, sa masse volumique est comprise entre  $0,92\text{g}/\text{m}^3$  et  $0,94\text{g}/\text{m}^3$ . C'est une matière plastique souple.
- ✓ Le PE-HD est obtenu à  $60^\circ\text{C}$  et sous une basse pression (10 à 30 bars environ). Plus lourd, sa masse volumique est comprise entre  $0,95\text{g}/\text{m}^3$  et  $0,97\text{g}/\text{m}^3$ . C'est une matière plastique rigide.

→Le PE-BD plus souple est utilisé dans la fabrication des sachets, des sacs poubelles, des jouets, des tuyaux, des bouteilles souples.

→Le PE-HD, rigide, est surtout utilisé dans la confection des contenants alimentaires (flacon, bouteilles...)

### **b) Polychlorure de vinyle (PVC)**

Le chlorure de vinyle ( $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ) est le monomère de la synthèse du polychlorure de vinyle. La réaction de polymérisation se traduit sous pression à une température d'environ  $50^\circ\text{C}$  en présence de peroxyde d'hydrogène comme catalyseur. Le PVC utilisé pour fabriquer les tuyaux de canalisations, les vestes en plastiques (qui ressemblent au cuir), le scotch isolant, les chaussures et les sacs etc.

### **c) Polystyrène (PS)**

Le PS de formule  $\text{CH}_2=\text{CHC}_6\text{H}_5$  est le monomère. Il est obtenu au cours d'un chauffage à reflux du système en présence de peroxyde de benzoyle comme catalyseur. Il existe deux sortes de PS :

- Le PS cristal
- Le PS expansé

→Le PS cristal est une matière plastique rigide et transparente utilisée dans la confection des boîtiers des radios, tv, appareil électroménagers, couvert (assiette, gobelet, cuillère) à usage unique.

→Le PS expansé est blanc, utilisé comme emballage, protecteur des objets fragiles (poste radio, téléviseurs, carreaux...)

### **I.3. Identification des matières plastiques**

L'identification des matières plastiques peut se faire à partir des symboles ou à l'aide de tests simples.

- **Identification à partir du symbole**

Le PE a pour symbole d'identification **PE** ; le PVC a pour symbole **P.V.C** et le PS a pour symbole d'identification **P.S.**

- **Identification par des tests simples**

Il y a quatre types de tests de chaleur, test de densité, test P.H et test de solubilité.

**a. Test de chaleur**

- Chauffer au rouge, une des extrémités d'un fil de cuivre dans la flamme d'un micro brûleur.
- Le mettre au contact avec le plastique à identifier pour prélever un peu de matière.
- Le mettre à nouveau dans la flamme du micro brûleur et observer la couleur par la flamme. Si celle-ci se colore en vert, le plastique peut être du P.V.C

**b. Test de densité**

- **Expérience :**

- Dans un bécher contenant de l'eau, ajouter quelques gouttes de détergents (savon liquide).
- Immerger dans une solution de petits échantillons, des matières plastiques à identifier (PE, PS, PVC).
- Après avoir agité la solution pour chasser les bulles d'air fixées sur certains échantillons, observer le comportement de chacun d'eux.
- Agiter un peu de chlorure de sodium (NaCl) en poudre dans la solution, agiter et observer.
- Reprendre plusieurs fois l'état ci-dessus jusqu'à la ce qu'il ne reste qu'une seule matière plastique complètement immergeable

- **Interprétation**

- Les matières plastiques ont une densité voisine de celle de l'eau allant de (0,92 à 1,5 environ).
- L'ajout de détergent et chlorure de sodium permet d'augmenter la densité du liquide.
- La 1<sup>ere</sup> matière plastique qui flotte est le PE qui a une densité comprise entre (0,92 à 0,95)
- La 2<sup>e</sup> matière plastique qui flotte est le PS ayant pour densité 1,05.
- Celle qui reste complètement immerger est le PVC, sa densité est de 1,4.

**c. Test du P.H**

- Tenir à l'aide d'une pince métallique, un petit échantillon de matière plastique à tester et le porter à la flamme d'un micro brûleur.
- A l'aide d'une pince en bois, présenter un papier PH humide dans le gaz, dégagé au-dessous de la flamme. Si le papier PH rougit, l'échantillon testé est le PVC.

#### **d. Test de solubilité**

- Le PVC est très soluble dans l'éthanol ( $C_2H_5OH$ ) et le cyclohexane et moyennement soluble dans l'acétone.
- Le PS est très soluble dans l'éthanol et moyennement soluble dans le cyclohexane et l'acétone.

### **I.4. Matière thermoplastique, thermodurcissable et élastomère**

#### **1. Matière thermoplastique**

Certaines matières plastiques sont façonnables à plusieurs reprises. Au cours du chauffage, elles fondent facilement et donnent la possibilité de les façonner à nouveau. On dit qu'elles sont thermoplastiques.

#### **2. Matière thermodurcissable**

Les plastiques thermodurcissables, une fois fondus et façonnés gardent leurs formes. Les prises et les fiches électriques, les manches des marmites sont faites en plastique thermodurcissables.

#### **3. Élastomère**

Une matière plastique est dite élastomère lorsqu'elle retrouve sa forme initiale après avoir subi une déformation mécanique.

Exemple : fabrication des pneus, des semelles des chaussures...

## **II. Analyse de quantité d'un composé organique**

### **Introduction**

La chimie organique est une science qui étudie les composés renfermant l'élément carbone, que ceux-ci soient naturels ou obtenus par synthèse dans les laboratoires. Ces composés sont indispensables à notre vie quotidienne.

Exemple : les médicaments, les matières plastiques, les carburants...

#### **a) Définition**

Analyser un composé chimique, c'est déterminer sa composition c'est-à-dire la nature des éléments qui le constitue et leurs différents pourcentages massifs.

#### **1. Calcul des masses molaires**

La masse molaire d'un composé organique peut se calculer de deux manières.

1<sup>er</sup> cas :  $C_xH_yO_z$

$$M(C_xH_yO_z) = xM(C) + yM(H) + zM(O)$$

Exemple : Calculer la masse molaire de  $C_{13}O_5N_2H_{18}$

$$\begin{aligned} M(C_{13}O_5N_2H_{18}) &= 13M(C) + 18M(H) + 5M(O) + 2M(N) \\ &= 13 \times 12 + 18 \times 1 + 5 \times 16 + 2 \times 14 \end{aligned}$$

$$M(C_{13}O_5N_2H_{18}) = 282 \text{ g/mol}$$

2<sup>e</sup> Cas : Lorsqu'on connaît la densité d'un composé organique par rapport à l'air, on peut calculer sa masse molaire par la relation suivante :  $d = \frac{M}{29} \Rightarrow M = 29 \times d$

Exemple : calculer la masse molaire de PVC

Solution

Calculons la masse molaire de PVC

$$M(PVC) = 29 \times 1,4 = 40,6 \text{ g/mol}$$

## 2. Détermination des pourcentages atomiques et massiques des éléments

### a) Pourcentage atomique

Le pourcentage atomique en atome constituant un composé organique  $C_xH_yO_z$  peut se déterminer :

- En atome de Carbone :  $\frac{\%C}{100} = \frac{x}{x+y+z}$
- En atome d'Hydrogène :  $\frac{\%H}{100} = \frac{y}{x+y+z}$
- En atome d'Oxygène :  $\frac{\%O}{100} = \frac{z}{x+y+z}$

Exemple : Calculer le pourcentage atomique par atome de  $C_{13}O_5N_2H_{18}$

Solution

- En atome de carbone C

$$\frac{\%C}{100} = \frac{13}{13+5+2+18} = \frac{13}{38}$$

$$\%C = \frac{13 \times 100}{38} = 34,21$$

- En atome d'oxygène O

$$\frac{\%O}{100} = \frac{5}{38} \Rightarrow \%O = \frac{5 \times 100}{38} = 13,15$$

- En atome d'azote (N)

$$\frac{\%N}{100} = \frac{2}{38} \Rightarrow 38\%N = 200$$

$$\%N = \frac{200}{38} = 5,26$$

$$\%N = 5,26$$

- En atome d'hydrogène (H)

$$\frac{\%H}{100} = \frac{18}{38} \Rightarrow 38\%H = 1800$$

$$\%H = \frac{1800}{38} = 47,36$$

$$\%H = 47,36$$

### b) Pourcentage massique centésimal

On peut calculer le pourcentage massique centésimal d'un composé  $C_xH_yO_z$  par :

- en atome de carbone :  $\frac{\%C}{100} = \frac{M_x}{M_{(C_xH_yO_z)}}$  ;
- en atome d'hydrogène :  $\frac{\%H}{100} = \frac{M_y}{M_{(C_xH_yO_z)}}$  ;
- en atome de carbone :  $\frac{\%C}{100} = \frac{M_x}{M_{(C_xH_yO_z)}}$  ;
- en atome d'oxygène :  $\frac{\%O}{100} = \frac{M_z}{M_{(C_xH_yO_z)}}$  ;

Exemple : calculons le pourcentage massique de  $C_{13}O_5N_2H_{18}$

$$\frac{\%C}{100} = \frac{M_{(C_{13})}}{M_{(C_{13}O_5N_2H_{18})}}$$

$$\frac{\%C}{100} = \frac{13 \times 12}{282} \Rightarrow \frac{\%C}{100} = \frac{157}{282} \Rightarrow 282\%C = 157 \times 100$$

$$\%C = \frac{15700}{282} = 55,67$$

$$\%C = 55,67$$

$$\%O = 28,36$$

$$\%N = 9,97$$

$$\%H = 6,38$$

Calculons x, y, z et t (formule brute)

$$\frac{\%C}{100} = \frac{M_{(C_x)}}{M_{(C_{13}O_5N_2H_{18})}}$$

$$\Rightarrow 1200x = 282 \times 55,67$$

$$\Rightarrow x = \frac{282 \times 55,67}{1200} = 13,08 \cong 13 \quad x=13$$

$$\frac{\%O}{100} = \frac{M_{(O_y)}}{M_{(C_{13}O_5N_2H_{18})}} \Rightarrow \frac{\%O}{100} = \frac{16y}{282}$$

$$\Rightarrow 1600y = 282 \times 28,36$$

$$\Rightarrow y = \frac{282 \times 28,36}{1600} = 4,99 \cong 5 \quad y=5$$

$$\frac{\%N}{100} = \frac{14z}{282} \Rightarrow 1400z = 282 \times 9,92$$

$$z = \frac{282 \times 9,92}{100}$$

$$z = 1,99 \approx 2$$

$$\frac{\%H}{100} = \frac{1t}{282} \Rightarrow 100z = 282 \times 6,38$$

$$t = \frac{282 \times 6,38}{100}$$

$$t = 17,99 \approx 18$$

La formule brute du composé est :  $C_{13}O_5N_2H_{18}$



## CHAPITRE IV : GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE ET METALLURGIQUE UTILISANT L'OXYDOREDUCTION

### I. La sidérurgie

La sidérurgie est l'industrie de la fonte et de l'acier. Elle englobe tous les traitements qui permettent de passer du minerai aux produits finis.

Dans ce chapitre, nous présenterons les différents minerais de fer, leur traitement dans le haut fourneau puis l'obtention des aciers.

#### 1) Les minerais de fer

L'élément fer représente 4,7% de la masse de l'écorce terrestre : c'est l'élément le plus abondant. Il ne se trouve pas à l'état natif car il est très oxydable.

Dans un minerai, le fer peut être sous la forme :

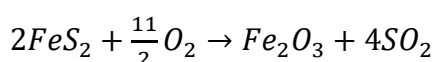
- D'oxyde magnétique  $Fe_3O_4$
- D'oxyde ferrique  $Fe_2O_3$
- D'oxyde ferrique hydraté  $2[(Fe_2O_3), (H_2O)]$
- De carbonate de fer  $FeCO_3$
- De sulfure de fer  $FeS_2$

#### 2) Le haut fourneau

Le haut fourneau a pour rôle de transformer le minerai de fer en fonte contenant quelques pourcentages de carbone.

- a) Les matières premières
- Les minerais

Seuls les oxydes et les carbonates sont introduits dans un haut fourneau. Les sulfures sont au préalable transformés en oxydes par grillage selon la réaction

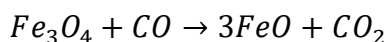


#### b) La chimie du haut fourneau

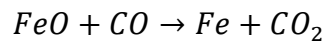
La combustion du Coke fournit du monoxyde de carbone, au terme d'une suite de réactions que l'on peut résumer par l'équation-bilan :  $2C + O_2 \rightarrow 2CO$

Le monoxyde de carbone, en traversant les couches d'oxyde de fer, s'empare de leur oxygène. L'opération qui s'appelle une réduction, s'effectue en plusieurs étapes, au fur et à mesure que les oxydes descendent dans la cuve.

- Au sommet, là où la température est entre 500°C et 600°C, l'oxyde de fer  $Fe_2O_3$  subit une première réduction dont le bilan est :  $3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$
- Vers le milieu de la cuve, l'oxyde de fer  $Fe_3O_4$  est réduit à son tour selon le bilan



- Au fond de la cuve, l'oxyde  $FeO$  est soumis à une ultime réduction dont le bilan est :



### 3) La fonte

La fonte est un alliage constitué du fer, du carbone et du silicium.

### 4) Les aciers

Un acier est un alliage constitué du fer et du carbone. L'acier inoxydable contient plus de 13% de Chrome.

# **EXPOSES**

# THEME : BENZENE ET SES DERIVES

## Introduction

Le Benzène est un hydrocarbure aromatique de formule moléculaire  $C_6H_6$ . A l'origine le benzène et ses dérivés ont été appelés des composés aromatiques en raison de la forme caractéristique cyclique qu'ils possèdent. Il est également connu sous le nom de Benzol.

Dans le benzène chaque atome de carbone occupe le sommet d'un hexagone régulier, apparemment trois des quatre valences des atomes de carbone adjacents les uns aux autres, et la quatrième valence est un atome d'hydrogène. Le Benzène est également connu pour être cancérogène.

C'est une substance utilisée comme solvant (iode, soufre, graines, cires, etc.) et matière première de base dans la production de nombreux composés organiques importants tels que : le Phénol, l'aniline, les plastiques, l'essence, le caoutchouc synthétique et les peintures.

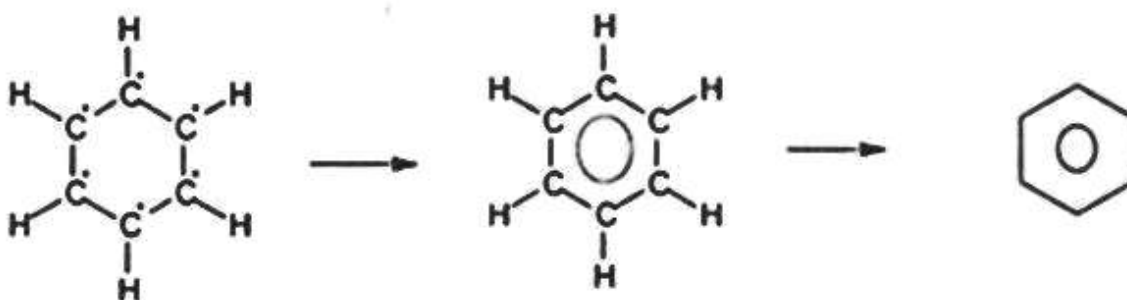
### I. Caractéristiques du Benzène

Le Benzène est un mélange d'hydrocarbures obtenu principalement à partir de la distillation du pétrole ayant une plage d'ébullition proche du benzène. Le Benzène est :

- un liquide incolore et a un arôme doux.
- non miscible à l'eau.
- moins dense que l'eau.
- un très bon solvant

Il a été fabriqué pour la première fois en 1866 par BERTHELOT, à partir de l'acétylène, vers  $500^\circ C$  suivant l'équation bilan suivante :  $3C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$

#### 1) Structure électronique



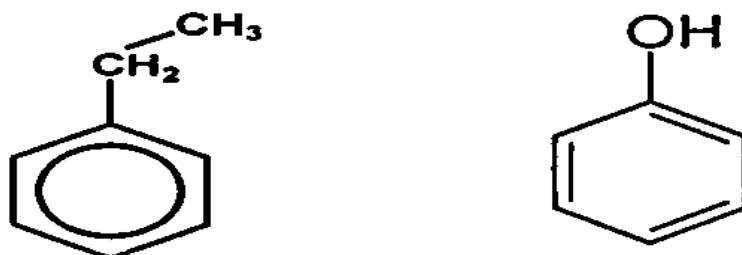
**Figure 1 :** Formule développée et représentation symbolique du benzène

Dans une molécule de benzène, les 6 électrons non engagés des atomes de carbones sont mis en commun pour former une liaison collective entre les 6 atomes de carbone du cycle. Les six électrons se déplacent autour de 6 atomes de carbone sans être situés autour de 2 atomes données. On dit qu'ils sont délocalisés. Ils forment un nuage électronique qui s'étend sur

l'ensemble de la chaîne carbonée. L'ensemble des 6 atomes de carbone liés comme dans le benzène par des liaisons simples et une liaison délocalisée est appelé Noyau Benzénique ou Noyau Aromatique.

La molécule de benzène est représentée par un hexagone régulier à l'intérieur duquel un cercle représente les liaisons délocalisées.

**REMARQUE :** Les dérivés du benzène se représentent avec le même symbole.



**Figure 2 :** Le phénol et l'éthyle benzène

## 2) La stabilité du noyau

Le noyau benzénique comprend :

- 6 liaisons C-C robustes qui sont ni simple, ni double ;
- Une liaison délocalisée à 6 électrons assez robuste qui maintient les douze noyaux des atomes de carbone et d'hydrogène dans le même plan.

Tout ceci donne à la molécule de benzène une grande stabilité ainsi qu'une réactivité particulière.

## II. Quelques exemples de composés aromatiques

### a) Définition

On appelle composé aromatique, tout composé qui possède au moins un noyau benzénique.

### b) Les alkyl benzène

Les alkyl benzène sont des hydrocarbures dont la chaîne principale possède un noyau benzénique et sur laquelle se greffent des groupes ALKYL.

Les formules générales des quelques alkyl benzène sont données dans le tableau ci-dessous où R, R' et R'' sont les groupes alkyl benzène.

ALKYL BENZENE	FORMULE GENERALE
Mono alkyl benzène	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-R}$
Di alkyl benzène	$\text{R-C}_6\text{H}_4\text{-R}$

**Tableau 1 :** formule générale de quelque alkyl benzène

- Le méthyl benzène ou Toluène  $C_7H_8$  est utilisé pour la fabrication de colorant, de l'ancre, des matières plastiques, des solvants et des explosifs.
- 

### III. Les autres composés aromatiques

Nous avons :

- la Résorcine : c'est un diphenol utilisé comme antiseptique et pour la préparation de certaines colles ou résines industrielles et de certains colorants. (Formule :  $C_6H_6O_2$ )
- le Diphenyle : il se présente sous la forme d'un solide cristallin incolore. Il est entre autre utilisé comme conservateur alimentaire pour éviter la formation de moisissures. (Formule :  $C_{12}H_{10}$ )
- Aniline : connue également sous les noms de *Amin benzène*, *phénylamine* ou benzène amine, c'est un composé organique aromatique de formule chimique  $C_6H_5NH_2$ . C'est une amine primaire aromatique dérivée du benzène, toxique pour l'homme et l'environnement.
- la Benzidine : une amine aromatique cancérogène qui a été utilisée pour divers tests, ou encore dans la synthèse de colorants et teintures. Sa responsabilité dans l'induction du cancer de la vessie et du cancer pancréatique a été démontrée. (Formule :  $C_{12}H_{12}N_2$ )
- le Phénol : solide cristallisé blanc, soluble dans l'eau, corrosif et toxique, à odeur forte, il est utilisé pour la fabrication des explosifs, des colorants ainsi que des médicaments tels que l'aspirine. (Formule :  $C_6H_5-OH$ )

### IV. Provenance du benzène

Les volcans et les feux de forêt sont des sources naturelles de benzène. Le benzène est également un composant naturel du pétrole brut et de l'essence. On le trouve dans la fumée de cigarette et dans d'autres matières organiques qui ont été brûlées. Il peut être obtenu par distillation fractionnée de goudron de houille.

### Conclusion

En sommes, nous pouvons retenir que le benzène est un liquide odorant incolore et, un composé cyclique facilement inflammable (qui doit être manipulé avec un soin extrême en raison de sa nature cancérogène). Il entre difficilement en ébullition avec un point d'ébullition relativement élevé. Certaines industries utilisent le benzène comme point de départ pour fabriquer d'autres produits chimiques utilisés dans la fabrication de plastiques, de résines, de nylon et de fibre synthétiques comme le KEVLAR et certains polymères. Le benzène est également utilisé pour fabriquer certains types de gommes, de lubrifiants, de colorants, de détergents, de médicaments et de pesticides.

# THEME : COMBUSTIBLES FOSSILES

## Introduction

En générale, les plantes, les animaux, nous y compris, meurent, pourrissent, et disparaissent sans laisser de traces. Cependant, si certaines conditions sont réunies, les organismes peuvent rester relativement bien conservés presque éternellement. On peut prendre comme exemple les fossiles des dinosaures âgés d'environ des millions d'années.

Donc les combustibles fossiles sont les produits d'une très lente transformation de débris d'organismes accumulés dans certains sédiments au cours des temps géologiques. Riches en carbone et en hydrogène, leur combustion produit de la chaleur à raison d'environ 16 kWh/kg pour le gaz naturel, 12 pour le pétrole, et 4 à 8 pour le charbon selon les qualités. On en tire par raffinage et autres traitements, des produits utilisables pour fournir de la chaleur domestique, industrielle, ou bien transformée en énergie mécanique ou en électricité dans des convertisseurs, moteurs ou centrales électriques. Ils fournissent actuellement un peu plus de 82% de l'énergie primaire mondiale.

On appelle également fossile les organismes congelés dans la glace et emprisonnés dans le goudron, la résine ou l'ambre. On peut dire encore plus simplement, qu'un combustible fossile est un combustible issu de la fossilisation ou de la dégradation et de l'enfouissement de la matière organique produite dans le passé. Par exemple le charbon et le pétrole.

### A. La formation des combustibles fossiles

Les combustibles fossiles ont tous leur origine dans la très lente transformation au cours des temps géologiques, des débris de végétaux organiques (kérogène) contenus dans certains sédiments. Riche en carbone et en hydrogène, leur combustion produit de la chaleur, utilisée comme telle ou transformée en énergie mécanique ou en électricité. Ils fournissent environ 82% de la consommation d'énergie primaire. Et cette proportion est encore plus importante dans beaucoup de pays industrialisés ou en voie d'industrialisation rapide.

Dans la comptabilité internationale, production et consommation d'énergie s'évaluent en tonne-équivalent-pétrole(TEP), quantité d'énergie fournie par une tonne de pétrole de qualité standard, soit 41,8G GJ (11 630 MWh) selon l'Agence International de l'Energie (AIE).

Tous les combustibles fossiles se sont formés à partir de kérogène, c'est-à-dire de débris, d'organismes (surtout d'algues unicellulaires, de bactéries et de végétaux) plus ou moins altérés dans des sédiments argileux et argilo-calcaires (marnes). Ces sédiments se sont accumulés dans des vastes dépressions de l'écorce terrestre envahies par les eaux, les bassins sédimentaires.

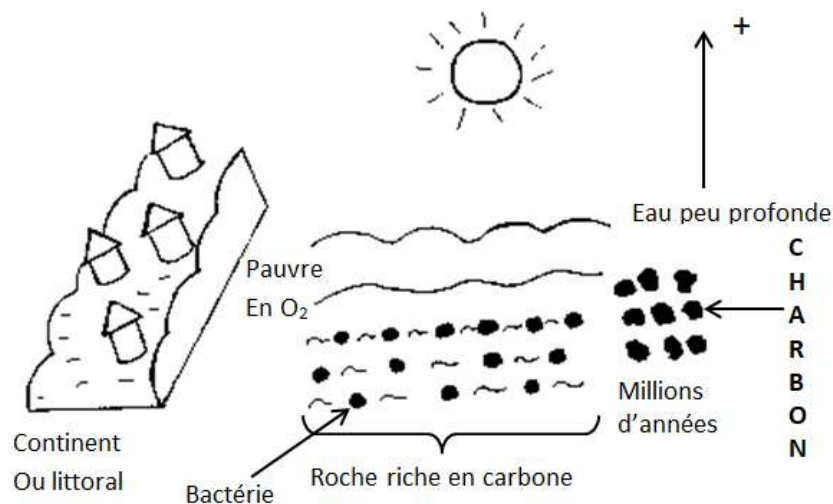
Si un sédiment contient du kérogène, ce dernier s'enfouit lentement et est soumis à des températures croissantes ; il se dégrade progressivement sous l'effet de la chaleur, en l'absence d'oxygène puisqu'il n'y en a que très peu sous forme libre dans les sédiments, c'est ce qu'on appelle une pyrolyse. Les kérogènes contiennent principale des atomes de carbone (C),

d'hydrogène(H) et d'oxygène (O) et accessoirement du Soufre (S) et de l'Azote (N), dont les proportions varient selon la biomasse dont ils sont issus et les transformations subies dans les sédiments. Au cours de cette pyrolyse, ils perdent progressivement la majeure partie de leur oxygène, puis de leur hydrogène, et le kérogène résiduel s'enrichit donc en carbone. Ce processus est appelé carbonification ou maturation. Les produits formés sont d'abord du gaz carbonique et de l'eau, du pétrole, et enfin du gaz naturel. Pétrole et gaz naturel sont expulsés du sédiment à kérogène, appelée roche-mère par fortes pressions qui y règnent pour aller envahir des roches poreuses et perméables appelées réservoirs. Tous les gisements des combustibles fossiles se sont formés de cette façon.

## I. Les charbons et les pétroles

### 1. Les charbons

Le charbon est une roche en carbone issue des débris de végétaux non décomposés présents sur le continent ou littoraux. Recouverte d'une eau peu profonde pauvre en oxygène, l'action des bactéries et l'augmentation de la température la transforme après plusieurs années en charbon.



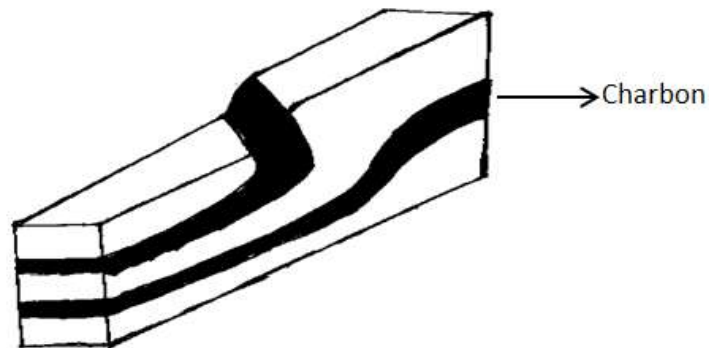
**Gisement** : il faut des conditions géologiques particulières :

- une forte épaisseur de débris ;
- Une production primaire importante ;
- Une zone de subsidence c'est-à-dire qui s'enfonce

Les charbons sont des sédiments très riches en oxygène (40% de leur poids sec et plus). Leur kérogène, particulièrement riche en oxygène, est issu essentiellement de débris de végétaux terrestres (arbres, plantes herbacées) accumulés dans des environnements sédimentaires très spécifique, en particulier des deltas marécageux de fleuves situés dans des régions à très forte productivité végétale.



On les classe à l'aide de critères physico-chimiques selon les stades successifs de transformation, dits de houillification, qu'ils ont atteint au cours de la carbonification ; le stade tourbe désigne les charbons n'ayant pas ou très peu été enfouis. On y reconnaît encore à l'œil nu des restes végétaux.



Viennent ensuite les stades lignites, charbon bitumineux, puis anthracite, par ordre de houillification croissante.

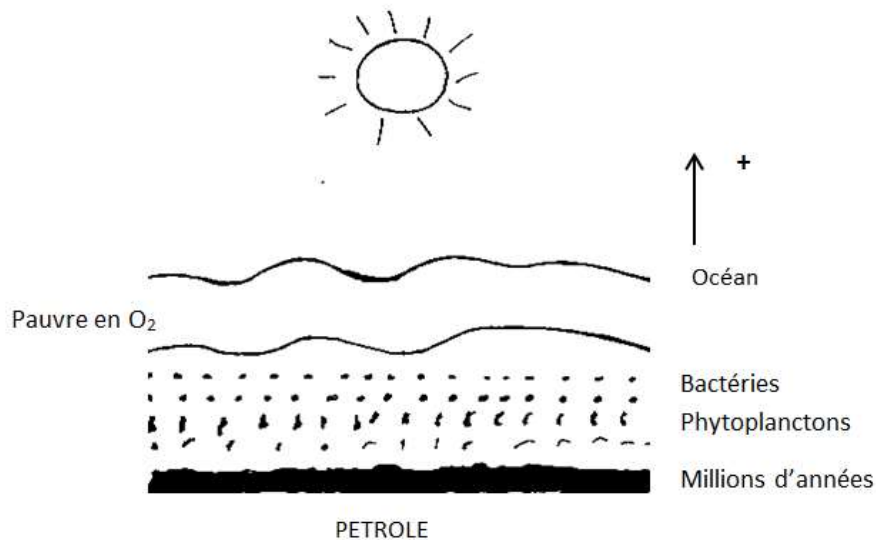
On trouve les charbons dans des bassins houillers dont la profondeur peut atteindre plusieurs kilomètres, sous forme de veine dont l'épaisseur varie de la dizaine de centimètre à plusieurs dizaines de centimètres et l'extension de la centaine de mètres à la dizaine de kilomètres. Ces veines s'alternent avec des argilites, mais en moindre proportion, un kérogène de même nature que celui des charbons d'autres sédiments, le plus souvent des grès. Leur exploitation se fait en mise souterraine jusqu'à des profondeurs maximales de 1500m environ, et pour les gisements dont la profondeur ne dépasse pas 200 à 300m, très fréquemment à ciel ouvert. Après leur extraction, les charbons doivent être débarrassés des débris de leurs roches encaissantes (épontes) qui sont extraits en même temps qu'eux. Cette opération se fait par broyage et lavage. Elle utilise beaucoup d'eau et de produits chimiques. Malgré cela, le charbon commercialisé contient en moyenne 15% de son poids de cendres, c'est-à-dire de minéraux incombustibles. L'essentiel ne provient pas des épontes, mais de minéraux intimement mêlés au kérogène.

On songe, mais on n'a pas encore dépassé le stade du pilote jusqu'à présent, à exploiter les veines de charbon non exploitables, parce qu'elles sont trop profondes ou de trop faible épaisseur, par gazéification souterraine, c'est-à-dire en y pratiquant des forages horizontaux, puis en y injectant de l'oxygène et de la vapeur d'eau à haute température. On pourrait ainsi produire à partir du gaz formé, composé pour l'essentiel de monoxyde de carbone et d'hydrogène, et de l'énergie ou des carburants synthétiques, ou encore des molécules, méthanol, ammoniac..., utilisables pour les synthèses chimiques. Cette méthode est pour l'instant très coûteuse, et ses risques environnementaux sont très mal évalués.

## 2. Les pétroles

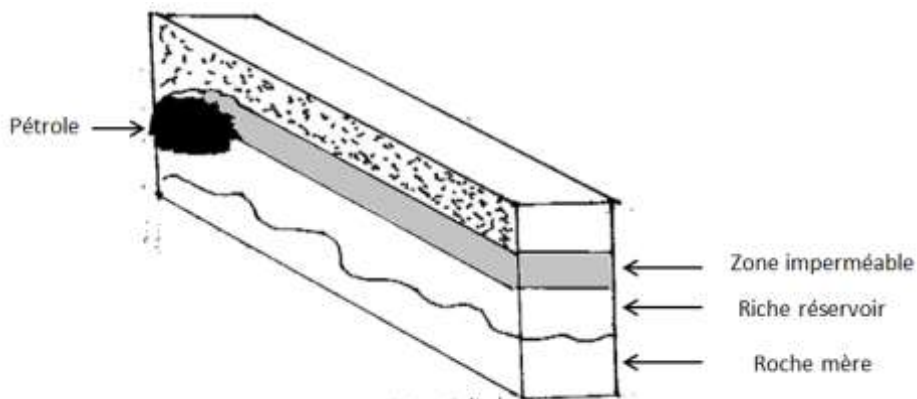
Le pétrole brut est un mélange de molécules riches en carbone et en hydrogène. Il est issu de débris de phytoplanctons présents sous l'océan. Sous l'action des bactéries et l'augmentation

de la température après plusieurs millions d'années, la matière organique se transforme en pétrole.



**Gisement:** il faut des conditions géologiques particulières :

- Une productivité primaire importante
- Un dépôt de matière dans une zone de subsidence c'est-à-dire qui s'enfonce
- Une zone imperméable qui sert à bloquer la remontée du pétrole



Les pétroles sont des fluides formés dans des roches mères et généralement accumulés dans des roches réservoirs de forte perméabilité. Ils contiennent surtout des hydrocarbures liquides, c'est-à-dire des molécules composées uniquement de carbone et d'hydrogène ayant un nombre d'atomes de carbone supérieur à 4, mais aussi en proportions très variables des résines et alphaltènes, composés organiques de haut poids moléculaires contenant également du soufre(S), de l'oxygène (O), et de l'azote (N), élément qu'il faut éliminer lors du raffinage.

Au fur et à mesure que des couches de sédiments se déposent au-dessus de cette strate riche en matières organique, la roche mère ou roche-source, croît en température et en pression.

Dans ces conditions, la matière organique se transforme en kérogène, un extrait sec disséminé dans la roche sous forme de petits grumeaux. Si la température devient suffisante (le seuil est au moins 50 °C, généralement plus, selon la nature de la roche et du kérogène), et si le milieu est le réducteur, le kérogène sera pyrolysé extrêmement de façon lente. Le kérogène produit du pétrole et/ou du gaz naturel, qui sont des matières riches en hydrogène, selon sa composition et les conditions d'enfouissements. Si la pression devient suffisante ces fluides s'échappent, c'est ce qu'on appelle la migration primaire. En générale, la roche source a plusieurs dizaines, voire centaines de millions d'années quand cette migration se produit. Le kérogène lui-même reste sur place appauvri par l'oxygène.

Le pétrole et le gaz naturel sont fréquemment associés dans un même réservoir et y forment souvent des phases distinctes, en fonction des conditions thermodynamique du réservoir ; une phase pétrole contenant du gaz dissout (gaz associé) et une phase gaz moins dense, contenant du pétrole dissout, située au-dessus, le tout se trouvant au-dessus d'une phase eau appelée aquifère. Il existe aussi des gisements de pétrole sans gaz associé, et de gaz sans pétrole associé (gaz « SEC »).

On peut aussi les distinguer en fonction de leur origine et donc de leur composition chimique. Le mélange d'hydrocarbures issu de ce long processus comprend des chaînes carbonées plus ou moins longues, ainsi que des chaînes carbonées cycliques naphténiques ou aromatiques. Il est possible de distinguer les différents types de pétrole selon leur densité, leur fluidité, leur teneur en Soufre (S) et autres impuretés (vanadium, mercure Et sel) et leurs proportions En différentes classe d'hydrocarbures. Le pétrole est alors paraffinique, naphténique ou aromatique.

## **II. Leur distillation**

La distillation est un procédé permettant de séparer un mélange de substances liquides ayant de températures d'ébullitions différentes. Elle permet de séparer les constituants d'un mélange homogène sous l'effet de la chaleur, les substances SE vaporisent successivement et la vapeur obtenue est le distillat.

### **1. Pétrole**

Les pétroles naturels (bruts), à peu près inutilisables en l'état, sont ensuite raffinés pour en faire des produits raffinés appelés encore produits pétroliers. Présentés sommairement, ce sont principalement, par masse moléculaire moyenne naissante de la coupe pétrolière ainsi produite ; le naphta, c'est-à-dire une coupe de distillation formée d'hydrocarbures liquides de faible masse molaire (nombre de carbones compris, entre 5 et 12) utilisé entre autres par les industries pétrochimiques, les carburants (fuel), essence, kérosène, gazole, pour les véhicules terrestres et les avions, le fuel domestique pour le chauffage, le fuel lourd pour la propulsion des navires, ou pour la production d'électricité. Les résidus de la distillation (le fond du baril) sont éventuellement pyrolysés pour produire du combustible industriel, mais aussi comme source de carbone pour la fabrication d'électrodes de carbone. Les proportions de ses différents produits, pour un protocole standard de raffinage, dépendent de la composition du pétrole initial, en particulier de la masse moléculaire moyenne de ses constituants.

## 2. Charbons

Après leur extraction, les charbons ne sont pas utilisés directement, ces derniers sont d'abord débarrassés au maximum de débris, de leur roches encaissantes qui sont extraits en même temps qu'eux. Cette séparation se fait par broyage et lavage. Elle utilise beaucoup d'eau et des produits chimiques.

### Les composants du charbon

- a) 70%-95% de carbone
- b) 2%-6% d'hydrogène
- c) 2%-20% d'oxygène
- d) Azote (N) et Soufre (S)
- e) Pouvoir calorifique : 24000kj/kg

## III. Les gaz naturels

Plusieurs formes de gaz existent. Ils se distinguent par leur origine, composition et le type de réservoirs dans lesquels ils se trouvent. Le gaz est toujours issu de la désagrégation d'anciens organismes vivants, que cette désagrégation ait lieu il y a quelques millions d'années (gaz fossile) ou aujourd'hui (gaz renouvelable).

Le gaz naturel se compose essentiellement de méthane ( $\text{CH}_4$ ). C'est l'hydrocarbure comportant la plus faible proportion d'atomes de carbone, ce qui explique pourquoi il émet moins de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ).

On distingue deux (2) sortes de gaz naturels :

- Les gaz naturels conventionnels
- Les gaz naturels non-conventionnels

### 1. Les gaz naturels conventionnels

Le gaz naturel conventionnel se trouve dans un réservoir, couche poreuse ou fracturée suffisamment perméable pour permettre sa circulation. Elles sont extraites par les installations de traitement situées près des lieux de productions si bien que le gaz acheminé vers les points de consommation est parfaitement propre.

- a) **Le gaz non-associé** : gaz « SEC », « humide », « à condensats »

C'est la forme de gaz la plus exploitée. Il contient de plus en plus d'hydrocarbures condensables selon qu'il est « sec », « humide », OU « à condensats ». C'est principalement ce gaz conventionnel non-associé qui alimente le marché international de gaz naturel.

- b) **Le gaz associé**

Il s'agit de gaz présent en solution dans le pétrole. Il est séparé lors de l'extraction de ce dernier. Pendant longtemps, il a été considéré comme inutile et détruit en torchère. Aujourd'hui, il est soit injecté dans le gisement (contribuant à y maintenir la pression et à maximiser l'extraction du pétrole) soit valorisé en tant que gaz.

#### **c) Le gaz biogénique**

Le gaz biogénique est issu de la fermentation par des bactéries de sédiments organiques. A l'instar de la tourbe, c'est un combustible fossile à cycle relativement rapide. Les gisements biogéniques sont plutôt générés à faible profondeur, mais peuvent constituer des gisements de tailles significatives.

### **2. Les gaz naturels non-conventionnels**

Le gaz naturel non conventionnel est chimiquement identique au gaz naturel conventionnel. Il est appelé « non-conventionnel », car la géologie du sol dans lequel il se trouve nécessite l'utilisation de techniques spécifiques.

#### **a) Le gaz de la roche mère**

Ce gaz naturel est présent dans une roche riche en matière organique dite « roche mère », où il est formé et piégé. Lorsque la roche mère présente une texture feuilletée, il est appelé « gaz schiste » (shale gas en anglais). En effet, certains de ces gaz schistes contiennent du méthane ( $\text{CH}_4$ ) issu de la dégradation de la matière organique présente dans la roche. Piégé dans la roche mère à cause de sa faible perméabilité, il ne migre pas et reste plus diffus que le gaz conventionnel. Il est donc plus à produire que le gaz conventionnel car il faut davantage aller le chercher au plus près. Par extension, on utilise parfois l'expression « gaz de schistes » pour désigner les gaz non-conventionnels.

#### **b) Le gaz de réservoir compact**

Ce gaz est confiné dans des formations rocheuses très peu perméable et très peu poreuse, de grès ou de calcaires, situées généralement à plus de 3500m de profondeur. Dans certains cas, le gaz peut se trouver dans des zones peu étendues, séparées entre elles mais qui peut s'avérer inaccessibles pour le même puits vertical en raison de la capacité de formation rocheuse.

#### **c) Le gaz de houille**

Egalement appelé « gaz de couche » ou « gaz de charbon », il désigne le gaz piégé dans des veines de charbon. On l'appelait aussi le « grisou », ce gaz est composé à peu près de 95% de méthane. Ils portent sur des strates de charbon riches en gaz et trop profondes ou minces pour être exploités de façon conventionnelle.

#### **d) Le gaz de mine**

Quand le gaz de houille est récupéré directement dans l'ancienne galerie de mines, il contient une plus grande quantité d'azote et on le nomme gaz de mine.

#### **e) Les hydrates de méthane**

Ces hydrates sont des composés, résultats de l'association de l'eau avec le gaz naturel. Leur existence est due à des conditions de forte pression et de basse température qui peuvent être rencontrées en sous-sol des terres émergées et en milieu océanique profond. Ces hydrates présentent des structures solides contenant du méthane prisonnier. Les volumes de gaz existant sous cette forme sont inconnus, les estimations varient de plusieurs ordres de grandeur selon les études.

#### **IV. Les combustibles sources d'énergies**

Un combustible est un composé chimique qui, avec un comburant (comme le dioxygène) et de l'énergie, se consume dans une réaction chimique générant de la chaleur : la combustion.

La plupart des matières d'origine organique sont des combustibles employés comme énergie. Par exemple le bois, le charbon, le pétrole sont des combustibles. On distingue : les combustibles nucléaires, les biocombustibles et les combustibles fossiles.

##### **1) Les combustibles nucléaires**

On parle de combustible nucléaire pour désigner les matières utilisées pour produire de l'énergie par fission dans les centrales nucléaires bien qu'il ne s'agisse pas d'une réaction de combustion. L'intérêt de l'énergie nucléaire est de produire de grandes quantités d'énergie sans émettre de gaz à effet de serre.

Les principaux inconvénients de la fission nucléaire de l'uranium est la production de déchets radioactifs ayant une longue durée de vie qu'il faut stocker de manière sécurisée sans compter le risque lié à une fuite de substance radioactive lors d'une catastrophe naturelle. La fusion nucléaire est susceptible de constituer une source d'énergie plus propre et avec des réserves quasiment inépuisables mais les technologies nécessaires pour la mettre en œuvre ne sont pas encore maîtrisées.

La fission nucléaire est un peu l'inverse ; elle consiste à projeter un neutron sur un atome pour que celui-ci éclate en deux atomes plus légers.

##### **2) Les biocombustibles**

Les biocombustibles ou agro-combustibles représentent l'ensemble de combustibles issus de la matière animale ou végétale provenant de la biomasse. On distingue l'usage combustible, c'est-à-dire destiné à être brûlé pour produire de la chaleur et/ou de l'électricité, de l'usage carburant, liquide ou gazeux, destiné à alimenter les moteurs.

Les biocombustibles peuvent être solides comme le bois, le charbon de bois, liquides comme l'éthanol, gazeux comme le biogaz. Le bois présente un bilan de carbone beaucoup plus faible, les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) atmosphérique absorbée pendant la croissance des plantes par photosynthèse.

Il s'agit d'une énergie renouvelable mais pas polluante à l'exception des autres combustibles qui produisent de l'énergie non-renouvelable ; les combustibles fossiles et les combustibles nucléaires.

### **3) Les combustibles fossiles**

Classées parmi les principales sources d'énergies non renouvelables, les combustibles fossiles se forment principalement à partir de la matière organique fossile piégée dans des strates sédimentaires et qui, sous l'effet de la pression et de la température se transforme lentement (plusieurs millions d'années) en charbon, en pétrole et en gaz naturel. Ces combustibles fossiles sont utilisés pour fournir de l'énergie thermique exploitée dans les moteurs des véhicules (essence provenant du pétrole), pour le chauffage/domestique (gaz naturel), mais aussi pour la production d'électricité. Ainsi l'on distingue trois (3) groupes d'énergies fossiles : le charbon, le pétrole et le gaz naturel présentant des avantages et des inconvénients selon leur nature.

Le charbon : a l'avantage d'être assez bien reparti sur la planète et se trouve en grande quantité. Parmi ses principaux inconvénients, il y a son coût d'exploitation très élevé et la pollution qu'il génère.

Le pétrole, à l'instar du charbon, est disponible presque partout sur le globe. Son rendement énergétique est très important, il permet de produire un grand nombre de produits dérivés (plastique, engrais, gaz méthane et propane, essence...) dont l'humanité ne peut pas encore se passer. Parmi ses inconvénients majeurs, on peut citer le fait qu'il soit très polluant (dans l'exploitation et dans l'utilisation), son prix ne cesse d'augmenter et aussi le fait qu'il soit à l'origine des nombreux conflits à travers le monde.

Le gaz naturel, lui, est très facilement exploitable; il est en grande quantité, ne nécessite aucune transformation et ne pollue pas énormément comme les autres sources d'énergies fossiles. Son principal défaut est sa dangerosité (les exploitations sont fréquentes aussi bien au niveau industriel que domestique).

### **Conclusion**

En somme, nous pouvons dire que les combustibles fossiles sont les restes d'organismes vivants fossiles qui, sous l'action de la température, de la pression et de centaines de millions d'années se transforment de façon anaérobique en charbon (solide), en pétrole (liquide) et en gaz naturel (gaz). L'usage des combustibles fossiles est responsable de 82% CES émissions anthropiques actuelles de dioxygène ( $\text{CO}_2$ ) (charbon 35%; pétrole 31%, et le gaz 16%). Il est également responsable de nombreux accidents graves et de pollutions de l'eau et de l'air préoccupantes pour la santé publique et les écosystèmes.

# THEME : LES ENGRAIS

## Introduction

Les engrais sont des substances que l'on mêle au sol pour le fertiliser par l'introduction des principes chimiques immédiatement utiles à la végétation. On peut les définir aussi comme des substances ou mélanges naturels ou artificiels utilisés pour enrichir le sol en éléments utiles à la croissance des végétaux. L'histoire nous dit que les engrais sont utilisés dès l'antiquité et en agriculture. De nombreux pays utilisent les engrais pour enrichir leur sol. Nous distinguons les engrais organiques et les engrais minéraux ou chimiques. Nous allons simplement nous contenter des engrais minéraux ou chimiques qui sont : potassique, phosphaté et azoté. Ainsi l'azote par exemple, peut être disponible sous forme d'urée, de nitrates, de composés ammoniacaux ou d'ammoniac pur.

## Développement

### 1- Engrais azotés

Les engrais azotés sont fabriqués à partir de l'ammoniac, obtenu par la combinaison de l'azote, de l'air et de l'hydrogène provenant du gaz naturel.

L'ammoniac est la matière première de base de toute l'industrie des engrais azotés. En particulier, il a une oxydation pour être transformé en acide nitrique et il est combiné à d'autres produits pour donner naissance à d'autres engrais azotés.

#### a) Cycle de l'azote

Le cycle de l'azote ou cycle azoté consiste en une succession des processus naturels qui transforment l'azote N en substances organiques, c'est-à-dire en ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), nitrite et nitrate, puis finalement en azote gazeux  $\text{N}_2$ . Le N vient du nom Nitrogène, le nom scientifique de l'azote.

Le cycle de l'azote consiste en six étapes simples et cette définition générale concerne uniquement le cycle azote, milieu aquatique mais s'applique à tous les milieux. L'azote existe sous forme gazeuse, organique (déchets et matières organiques) et minérale.

#### b) Les étapes du cycle azoté

##### ➤ La fixation

L'azote gazeux est transformé en composé minéraux par des cyanophycées (Nostoc) ou les bactéries (Azotobacter, clostridium). Ce phénomène ne touche que les organismes primitifs.

##### ➤ L'assimilation

L'assimilation de l'azote dans le cycle consiste à transformer les composés minéraux en matière organique (par les organismes autotrophes, c'est-à-dire les végétaux) ou de la matière organique en autre matière organique (par les hétérotrophes, c'est-à-dire les animaux). Ce processus constitue ce que l'on nomme synthèse des protéines. Ainsi, un végétarien



transformera les protéines végétales en protéines animales, dont les carnivores se nourriront pour fabriquer d'autres protéines. Seuls les végétaux (dont fait partie les bactéries) sont capables de synthétiser des protéines à partir d'éléments minéraux. C'est la raison pour laquelle on peut cultiver des plantes grâce à une solution nutritive ne comportant que des sels minéraux, chose qu'il serait vain d'entreprendre avec un animal.

#### ➤ **L'excrétion**

Il s'agit de l'émission de matières organiques non assimilées, car non digestibles et de molécules plus petites, résultant de la dégradation plus ou moins complète de la matière organique, telles que l'ammoniac (amphibiens de forme larvaire, bactéries invertébrées et vertébrées aquatiques), l'urée (amphibiens adulte et vertébrés terrestres) ou sous sa forme acide urique (reptiles terrestres et oiseaux).

#### ➤ **L'ammonification**

Les molécules qui sont issues du métabolisme et présentes dans le milieu après excrétion sont décomposées en ammoniac  $\text{NH}_3$  (une forme minérale de l'azote) par des bactéries (*Achromobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebactérium*, *Flavobactérium*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Serratia*).

#### ➤ **La nitrification**

C'est la succession de deux processus : la nitrification qui conduit les ions ammonium à s'oxyder en nitrites par les bactéries (*Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*) et la nitrification qui transforme les nitrites en nitrates par les bactéries également (*Nitrobacter*).

#### ➤ **La dénitrification**

Processus inverse du précédent, conduit à la réduction des nitrates puis éventuellement en diazote ( $\text{N}_2$ ) ou ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) et effectué grâce à des bactéries dénitrifiantes (*Azotobacter*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Thiobacillus*).

## 2- **Rôle des engrais nitrate et ammoniacaux**

#### ➤ **Engrais nitrates**

Le nom qui est donné à une molécule composée de deux éléments chimiques : l'azote et l'oxygène est le nitrate. Le nitrate se trouve dans le sol et dans l'eau de manière naturelle. Il provient de la décomposition, c'est-à-dire pourrissement des autotrophes, c'est-à-dire les végétaux et des déjections des êtres vivants, il sert à fertiliser les cultures afin d'obtenir à la fin une bonne récolte de céréales et de légumes. On les applique sur le sol sous forme d'engrais chimique ou sous la forme naturelle comme du fumier, du lisier ou encore du compost.

#### ➤ **Engrais ammoniacaux**

L'ammoniac est reconnu comme une matière première pour la fabrication de la plupart des engrais azotés, comme le nitrate d'ammonium, le sulfate d'ammonium, l'urée et le mélange liquide de nitrite d'ammonium et d'urée, en un seul mot c'est la solution azotée. Il est aussi utilisé directement comme engrais. L'ammoniac est le seul engrais utilisé à l'état gazeux,

maintenu dans la chaîne logistique à l'état liquide sous pression. Il joue aussi un rôle de fertilisation.

### **3- Emploi de l'urée**

L'urée est un engrais organique qui est obtenu à partir des produits animaux ou végétaux. Elle est le seul engrais organique qui peut être synthétisé et a pour formule chimique  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Elle joue un rôle très important dans le métabolisme des composés azotés chez les animaux et est la principale substance qui contient de l'azote dans l'urine des mammifères. Sa principale caractéristique est qu'elle est un liquide incolore et inodore, fortement soluble dans l'eau. Elle n'est ni acide ni basique. Elle joue aussi un rôle dans le corps humain : elle intervient dans de nombreux processus métaboliques, notamment pour l'excrétion d'azote. Elle est synthétisée au niveau du foie par la combinaison de deux molécules d'ammoniac de  $\text{CO}_2$  (dioxyde de carbone) dans le cycle de l'urée. Elle est enfin utilisée en agriculture comme engrais azoté, l'urée est également une importante matière première pour l'industrie chimique.

### **4- Autre engrais**

#### **a- Le phosphate naturel**

Le phosphore favorise la fructification et permet les échanges d'énergie à l'intérieur des cellules. Les ions phosphate proviennent essentiellement de gisements naturels de phosphate de calcium  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Très peu soluble dans l'eau, donc difficilement assimilable par les plantes, ils doivent être transformés sous une forme soluble : le dihydrogénophosphate de calcium  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ .

En chimie organique, le phosphate est un composé organophosphoré dérivé de l'acide phosphorique ; on parle parfois de phosphate organique. Il favorise une floraison abondante et colorée, contribue à la formation des racines et accélère l'enracinement.

#### **b- Engrais potassique**

Le potassium est avec l'azote et le phosphore, l'un des trois (3) minéraux les plus utilisés par les plantes. L'utilisation d'engrais potassiques remonte à l'antiquité.

Le potassium se trouve dans les minerais contenant des mélanges de divers sels le chlorure de sodium et sels de magnésium. Il contient de différents minerais qui sont :

- la sylvinite c'est-à-dire le mélange du chlorure de potassium et de sodium,
- le hartsalz : mélange de sylvinite et de kieserite : espèce hydratée du sulfate de magnésium et en fin
- la kainite ou poly halite : association de différents sels de potassium, de magnésium et de calcium sous la forme de sulfate ou de chlorure.

L'engrais potassium provient de gisements de sels d'origine marine. La « richesse » d'un engrais potassique est caractérisée par sa teneur en  $\text{K}_2\text{O}$  : masse de  $\text{K}_2\text{O}$  (oxyde de potassium) qui contient la même quantité de potassium que 100 kg d'engrais.

## **Conclusion**

En sommes les engrais sont des substances quelconques qui rendent la terre meilleure ou qui augmentent les principes nécessaires à la végétation. Nous avons parlé des engrais minéraux qui sont : azoté (l'azote N), potassique (le potassium K) et phosphaté (le phosphate P).

L'excès d'engrais se montre pire que son manque. Il a des conséquences néfastes sur l'environnement ou sur la santé de l'homme.

La conclusion à tirer de ces principes est qu'ils restent toujours susceptibles de produire la plus belle végétation, tant qu'ils conservent en leur sein soit naturellement, soit par art, l'humus.

# THEME : PETROLE ET PETROCHIMIE

## Introduction

### Définition

Etymologiquement tiré du latin *petroleum*, de « *petra* » qui signifie pierre et « *oleum* » huile, le pétrole est une roche liquide d'origine naturelle, une huile minérale composée d'une multitude de composés organiques, essentiellement des hydrocarbures piégés dans les formations géologiques particulières.

La pétrochimie est la science qui s'intéresse à l'utilisation des composés chimiques de base issus du pétrole pour fabriquer d'autres composés synthétiques qui peuvent exister ou non dans la nature ; dans ce dernier cas ces composés sont dits artificiels, la fabrication est en générale basée sur des réactions chimiques appropriées ou non d'un catalyseur

### 1- La distillation

La distillation est un procédé de séparation de mélange de substances liquides. Elle permet de séparer les constituants d'un mélange homogène sous l'effet de la chaleur ou d'une faible pression (lois des gaz parfaits), les substances se vaporisent successivement et la vapeur obtenue est liquéfiée pour donner le distillât. C'est un processus qui consiste à convertir en vapeur un liquide mêlé à un corps non volatile ou des liquides mêlés afin de les séparer.

La distillation industrielle est un procédé de raffinage qui consiste à traiter le pétrole brut préalablement chauffé à 370° afin d'en séparer les différentes fractions. Après vaporisation, il est envoyé dans une tour de distillation atmosphérique. A une étape du fonctionnement, chaque niveau de température correspond à une étape du fonctionnement et donne un produit spécifique : les produits légers sont accueillis dans la partie supérieure de la tour (butane, propane, essence légère, naphta), les produits moyens (essence lourde, kérosène et gazole) sont reçus pérés en soutirage latéral et le résidu atmosphérique est recueilli au fond de la tour. Cette séparation n'est pas suffisante pour donner toutes les qualités requises des produits obtenus. Interviennent alors le craquage et le reformage pour les carburants.

### 2- Craquage et Reformage

#### ➤ Craquage

Le craquage désigne en pétrochimie la thermolyse du pétrole et de ses dérivés liquides. L'opération consiste à laisser une molécule organique complexe en élément plus petit notamment des alcanes, alcènes et des aldéhydes (composé organique dont l'un des atomes de carbone primaire porte un groupement carbonyle c'est-à-dire, groupement chimique ne comprenant qu'un atome de carbone et d'oxygène, de formule -CO-). Les conditions de température et de pression ainsi que la nature du catalyseur sont des éléments déterminants du craquage.

#### ➤ Reformage

Le reformage est une méthode de raffinage pour convertir les molécules naphéniques en molécules aromatiques ayant un indice d'octane élevé servant de base dans la fabrication des carburants d'automobile.

### **3. Les différents combustibles extraits du pétrole**

Les produits pétroliers dits les dérivés sont issus du raffinage du pétrole brut. Contrairement aux composés pétrochimiques de base, les produits pétroliers sont des mélanges complexes. La majorité du pétrole est converti en produit pétrolier dont plusieurs types de carburants et des gaz :

- Naphta : qui est la matière première de la chimie du pétrole ou pétrochimie grâce auquel on produit tous les plastiques.
- Pétrole ;
- Essence : qui est le carburant des voitures ;
- Kérosène : qui est le carburant des avions ;
- Gazole : qui est le carburant des camions et tracteurs ;
- Fuel : qui est un combustible utilisé pour le chauffage ;
- Le Butane et le propane qui sont 2 gaz servant à alimenter les appareils de chauffage et de cuisson ;
- Les lubrifiants et les huiles comme huile pour moteur par exemple ;
- Le bitume qui sert à recouvrir les routes

Selon le type du brut et la demande du marché, les raffineries peuvent raffiner le brut en différents types de produit pétrolier. La plus grande partie des produits pétroliers issus d'un raffinage est utilisée comme source d'énergie, c'est-à-dire comme carburant. Ces carburants peuvent être mélangés pour en produire du JP-5, du gazole du fuel et des carburants plus lourds. Les fractions plus lourdes sont utilisées pour produire du bitume, du goudron ; du raffinage, on obtient également d'autres produits chimiques dont certains sont utilisés lors des procédés chimiques pour produire des matières plastiques. Comme le pétrole contient un petit pourcentage de molécule contenant du soufre, il est extrait du brut comme produit pétrolier. Le carbone, dans sa forme coke du pétrole, et l'hydrogène peuvent aussi être extrait du pétrole. L'hydrogène produit est souvent utilisé comme produit intermédiaire pour d'autre procédé de raffinage pétrolier comme le craquage ou l'hydrodésulfuration.

### **4- Ethylène et ses dérivés**

L'éthylène est un composé organique de type hydrocarbure, contenant essentiellement des atomes d'hydrogène et de carbone. Il se présente sous la forme d'un gaz volatile, incolore et très réactif. L'éthylène est une molécule très utilisée dans l'industrie chimique et sert de base pour la production des matières plastiques et des polymères (poly et xylène par exemple)

### **5- Solvant et détergent**

#### **a. solvant**

Le solvant est une substance liquide qui peut dissoudre d'autres substances. Les solvants sont utilisés dans les secteurs très diversifiés tels que les peintures, les encres, la détergence, la

synthèse organique etc. et présente des qualités considérables en termes de tonnage et de chiffre d'affaire.

#### **b. Détergent**

Le détergent est un composé chimique généralement issu du pétrole, doté de propriétés tensioactives, ce qui le rend capable de salissures. La détergence est un élément d'hygiène fondamental puisqu'il permet d'éliminer une grande partie des bactéries présente en particulier sur la peau et sur les ustensiles servant à la préparation et à la consommation des repas.

#### **Conclusion**

Le pétrole brut a de nombreux produits dérivés dans le secteur énergétique et la chimie. L'essence et le gazole représentent les principaux dérivés du pétrole. Ils sont essentiellement utilisés comme carburant d'automobiles mais ce ne sont pas les seuls dérivés énergétiques. D'autres dérivés comme les gaz de pétrole liquéfiés (butane, propane...) ou le fuel, sont utilisés comme combustibles voire comme carburant. Ces combustibles sont obtenus à partir des procédés tels que la distillation, le craquage et le reformage.

## **Bibliographie**

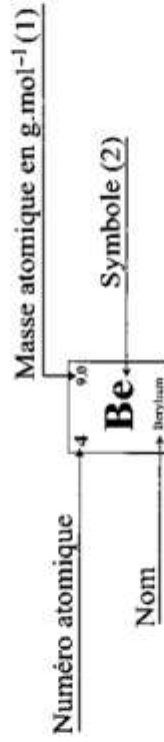
- Sciences Physiques Première AB Collection Eurin-Gie, Edition Hachette 1989 ;
- Physique-Chimie Première AB, J.Cessac 1967 ;
- Physique Première A, André Saison Fernand Nathan 1979

# CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS CHIMIQUES

période



## légende



Notes : (1) base sur le <sup>12</sup>C

(2) état physique du corps simple à 25°C et 1,013 bar

1	2	Notes : (1) base sur le <sup>12</sup> C (2) état physique du corps simple à 25°C et 1,013 bar																He			
Hydrogène																				Hélium	
3	4																	Ne			
Li																				F	
Be																				O	
B																				N	
C																				O	
N																				P	
O																				S	
F																				Cl	
Ne																				Ar	
Na																				K	
Mg																				Ca	
Al																				Sc	
Si																				Ti	
P																				V	
S																				Cr	
Cl																				Mn	
Ar																				Fe	
K																				Co	
Ca																				Ni	
Sc																				Cu	
Ti																				Zn	
V																				Ga	
Cr																				Ge	
Mn																				As	
Fe																				Se	
Co																				Br	
Ni																				Kr	
Cu																				Rb	
Zn																				Sr	
Ga																				Y	
Ge																				Zr	
As																				Nb	
Se																				Mo	
Br																				Tc	
Kr																				Ru	
Rb																				Rh	
Sr																				Pd	
Y																				Ag	
Zr																				Cd	
Nb																				In	
Mo																				Sn	
Tc																				Sb	
Ru																				Te	
Rh																				I	
Pd																				Xe	
Ag																				Cs	
Cd																				Ba	
In																				La	
Sn																				Ce	
Sb																				Pr	
Te																				Nd	
I																				Pm	
Xe																				Sm	
Mn																				Eu	
Ni																				Gd	
Cu																				Tb	
Zn																				Dy	
Ga																				Ho	
Ge																				Er	
As																				Tm	
Se																				Yb	
Br																				Lu	
Kr																				La	
Rb																				Ce	
Sr																				Pr	
Y																				Nd	
Zr																				Pm	
Nb																				Sm	
Mo																				Eu	
Tc																				Gd	
Ru																				Tb	
Rh																				Dy	
Pd																				Ho	
Ag																				Er	
Cd																				Tm	
In																				Yb	
Sn																				Lu	
Sb																				La	
Te																				Ce	
I																				Pr	
Xe																				Nd	
Mn																				Pm	
Ni																				Sm	
Cu																				Eu	
Zn																				Gd	
Ga																				Tb	
Ge																				Dy	
As																				Ho	
Se																				Er	
Br																				Tm	
Kr																				Yb	
Rb																				Lu	
Sr																				La	
Y																				Ce	
Zr																				Pr	
Nb																				Nd	
Mo																				Pm	
Tc																				Sm	
Ru																				Eu	
Rh																				Gd	
Pd																				Tb	
Ag																				Dy	
Cd																				Ho	
In																				Er	
Sn																				Tm	
Sb																				Yb	
Te																				Lu	
I																				La	
Xe																				Ce	
Mn																				Pr	
Ni																				Nd	
Cu																				Pm	
Zn																				Sm	
Ga																				Eu	
Ge																				Gd	
As																				Tb	
Se																				Dy	
Br																				Ho	
Kr																				Er	
Rb																				Tm	
Sr																				Yb	
Y																				Lu	
Zr																				La	
Nb																				Ce	
Mo																				Pr	
Tc																				Nd	
Ru																				Pm	
Rh																				Sm	
Pd																				Eu	
Ag																				Gd	
Cd																				Tb	
In																				Dy	
Sn																				Ho	
Sb																				Er	
Te																				Tm	
I																				Yb	
Xe																				Lu	
Mn																				La	
Ni																				Ce	
Cu																				Pr	
Zn																				Nd	
Ga																				Pm	
Ge																				Sm	
As																				Eu	
Se																				Gd	
Br																				Tb	
Kr																				Dy	
Rb																				Ho	
Sr																				Er	
Y																				Tm	
Zr																				Yb	
Nb																				Lu	
Mo																				La	
Tc																				Ce	
Ru																				Pr	
Rh																				Nd	
Pd																				Pm	
Ag																				Sm	
Cd																				Eu	
In																				Gd	
Sn																				Tb	
Sb																				Dy	
Te																				Ho	
I																				Er	
Xe																				Tm	
Mn																				Yb	
Ni																				Lu	
Cu																				La	
Zn																				Ce	
Ga																				Pr	
Ge																				Nd	
As																				Pm	
Se																				Sm	
Br																				Eu	
Kr																				Gd	
Rb																				Tb	
Sr																				Dy	
Y																				Ho	
Zr																				Er	
Nb																				Tm	
Mo																				Yb	
Tc																				Lu	
Ru																				La	
Rh																				Ce	
Pd																				Pr	
Ag																				Nd	
Cd																				Pm	
In																				Sm	
Sn																				Eu	
Sb																				Gd	
Te																				Tb	
I																				Dy	
Xe																				Ho	
Mn																				Er	
Ni																				Tm	
Cu																				Yb	
Zn																				Lu	
Ga																				La	
Ge																				Ce	
As																				Pr	
Se																				Nd	
Br																				Pm	
Kr																				Sm	
Rb																				Eu	
Sr																				Gd	
Y																				Tb	
Zr																				Dy	
Nb																				Ho	
Mo																				Er	
Tc																				Tm	
Ru																				Yb	
Rh																				Lu	
Pd																				La	
Ag																				Ce	
Cd																				Pr	
In																				Nd	
Sn																				Pm	
Sb																				Sm	
Te																				Eu	
I																				Gd	
Xe																				Tb	
Mn																				Dy	
Ni																				Ho	
Cu																				Er	
Zn																				Tm	
Ga																				Yb	
Ge																				Lu	
As																				La	
Se																				Ce	
Br																				Pr	
Kr																				Nd	
Rb																				Pm	
Sr																				Sm	
Y																				Eu	
Zr																				Gd	
Nb																				Tb	
Mo																				Dy	
Tc																				Ho	
Ru																				Er	
Rh																				Tm	
Pd																				Yb	
Ag																				Lu	
Cd																				La	
In																				Ce	
Sn																				Pr	
Sb																				Nd	
Te																				Pm	
I																				Sm	
Xe																				Eu	
Mn																				Gd	
Ni																				Tb	
Cu																				Dy	
Zn																				Ho	
Ga																				Er	
Ge																				Tm	
As																				Yb	
Se																				Lu	
Br																				La	
Kr																				Ce	
Rb																				Pr	
Sr																				Nd	
Y																				Pm	
Zr																				Sm	
Nb																				Eu	
Mo																				Gd	
Tc																				Tb	
Ru																				Dy	
Rh																				Ho	
Pd																				Er	
Ag																				Tm	
Cd																				Yb	
In																				Lu	
Sn																				La	
Sb																				Ce	
Te																				Pr	
I																				Nd	
Xe																				Pm	
Mn																				Sm	
Ni																				Eu	
Cu																				Gd	
Zn																				Tb	
Ga																				Dy	
Ge																				Ho	
As																				Er	
Se																				Tm	
Br																				Yb	
Kr																				Lu	
Rb																				La	
Sr																				Ce	
Y																				Pr	
Zr																				Nd	
Nb																				Pm	
Mo																				Sm	
Tc																				Eu	
Ru																				Gd	
Rh																				Tb	
Pd																				Dy	
Ag																				Ho	
Cd																				Er	
In																				Tm	
Sn																				Yb	
Sb																				Lu	
Te																				La	
I																				Ce	
Xe																				Pr	
Mn																				Nd	
Ni																				Pm	
Cu																				Sm	
Zn																				Eu	
Ga																				Gd	
Ge																				Tb	
As																				Dy	
Se																				Ho	
Br																				Er	
Kr																				Tm	
Rb																				Yb	
Sr																				Lu	
Y																				La	
Zr																				Ce	
Nb																				Pr	
Mo																				Nd	
Tc																				Pm	
Ru																				Sm	
Rh																				Eu	
Pd																				Gd	
Ag																				Tb	
Cd																				Dy	
In																				Ho	
Sn																				Er	
Sb																				Tm	
Te																				Yb	
I																				Lu	
Xe																				La	
Mn																				Ce	
Ni																				Pr	
Cu																				Nd	
Zn																				Pm	
Ga																				Sm	
Ge																				Eu	
As																				Gd	
Se																				Tb	
Br																				Dy	
Kr																				Ho	
Rb																				Er	
Sr																				Tm	
Y																				Yb	
Zr																				Lu	
Nb																				La	
Mo																				Ce	
Tc																				Pr	
Ru																				Nd	
Rh																				Pm	
Pd																				Sm	
Ag																				Eu	
Cd																				Gd	
In																				Tb	
Sn																				Dy	
Sb																				Ho	
Te																				Er	
I																				Tm	
Xe																				Yb	
Mn																				Lu	
Ni																				La	
Cu																				Ce	
Zn																				Pr	
Ga																				Nd	
Ge																				Pm	
As																				Sm	
Se																				Eu	
Br																				Gd	
Kr																				Tb	
Rb																				Dy	
Sr																				Ho	
Y																				Er	
Zr																				Tm	
Nb																				Yb	
Mo																				Lu	
Tc																				La	
Ru																				Ce	
Rh																				Pr	
Pd																				Nd	
Ag																				Pm	
Cd																				Sm	
In																				Eu	
Sn																				Gd	
Sb																				Tb	
Te																				Dy	
I																				Ho	
Xe																				Er	
Mn																				Tm	
Ni																				Yb	
Cu																				Lu	
Zn																				La	
Ga																				Ce	
Ge																				Pr	
As																				Nd	
Se																				Pm	
Br																				Sm	
Kr																				Eu	
Rb																				Gd	
Sr																				Tb	
Y																					



**Partenariat**  
Lycée Saint François Xavier  
Label 109



**Livret à ne pas vendre**

**Contact**  
[info@label109.org](mailto:info@label109.org)

Télécharger gratuitement les applications et livres numériques sur le site:  
<http://www.tchadeducationplus.org>

 Mobile et WhatsApp: 0023566307383



Rejoignez le groupe: <https://www.facebook.com/groups/tchadeducationplus>