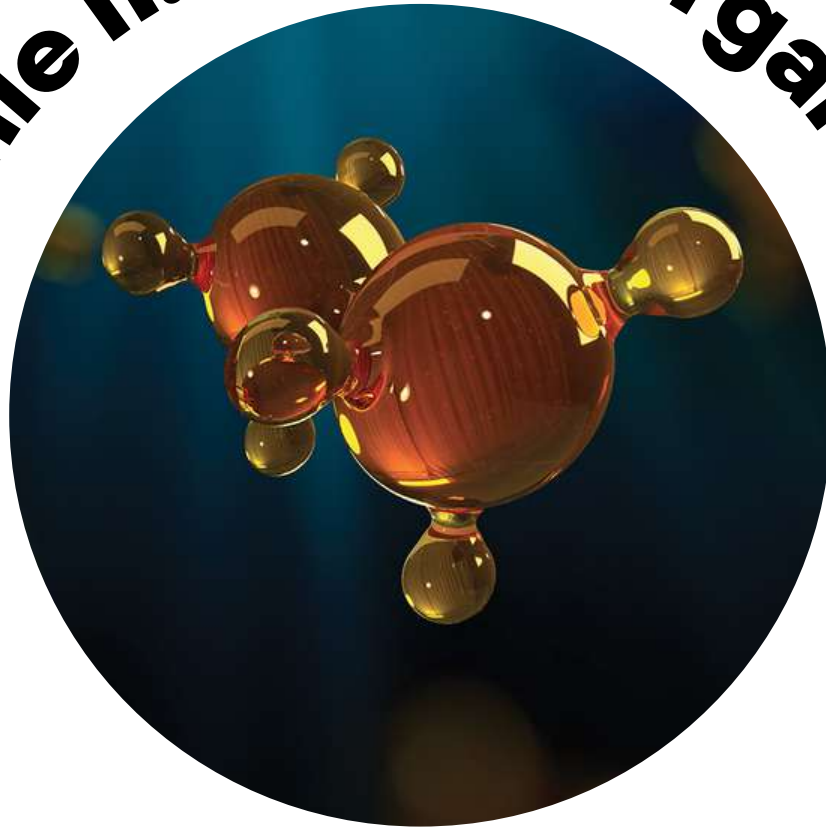


Chimie II: chimie Organique



SCIENCES DE LA
VIE ET DE LA TERRE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

Université Abdelmalek Essaâdi
Faculté des Sciences

Tétouan



جامعة عبد المالك السعدي
كلية العلوم
تطوان

Année universitaire : 2020 – 2021

Cours : Chimie Organique

Pr. M. Rédouane Metni

Contenu du Module :

- Chapitre I : Analyse élémentaire et identification de structure.*
- Chapitre II : Classes et Nomenclature des composés Organiques*
- Chapitre III : Stéréochimie*
- Chapitre IV : Effets électroniques*

Chapitre I :

Analyse élémentaire et Identification de Structure

I- Analyse élémentaire :

Le but de ce chapitre est d'identifier les molécules organiques par la technique d'analyse élémentaire. La plupart des substances organiques sont formées de carbone lié avec l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote ou des halogènes. L'analyse élémentaire permet de déterminer les pourcentages de ces différents éléments qui forment cette substance, conduisant ainsi à la formule brute correspondante.

1) Carbone et hydrogène :

On utilise la méthode de LAVOISIER – LIEBIG améliorée par PREGL.

Une masse connue m_e de la substance est brûlée à 800°C dans un courant d'oxygène.

- Le carbone oxydé CO_2 est absorbé par l'hydroxyde de sodium (Ascarite).
- L'hydrogène oxydé en H_2O qui est absorbé par le perchlorate de magnésium (Anhydrone). Par mesure des tubes absorbeurs avant et après la combustion, on détermine les masses de dioxyde de carbone et de l'eau formées à partir de la masse m_e de la substance.

2) Azote :

Il se fait par combustion d'une masse m_e de la substance dans un courant de CO_2 . l'azote formé passe sur du cuivre porté au rouge et ensuite retrouvé à l'état d'azote élémentaire.

En assimilant N_2 à un gaz parfait, on détermine la masse d'azote contenue dans la substance et le pourcentage correspondant. (Voir schéma)

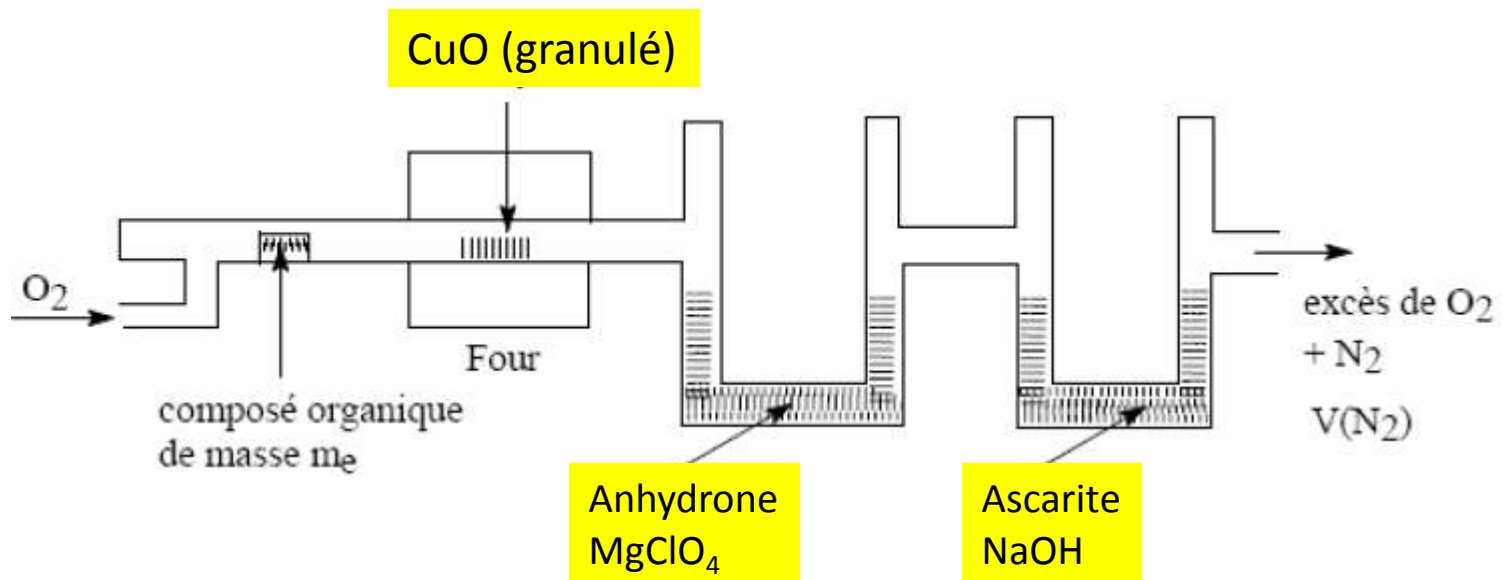


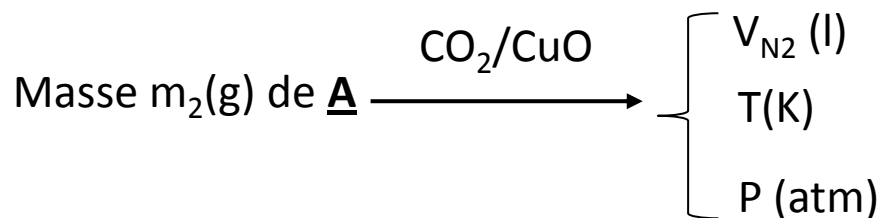
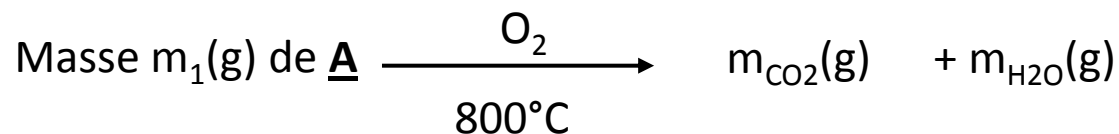
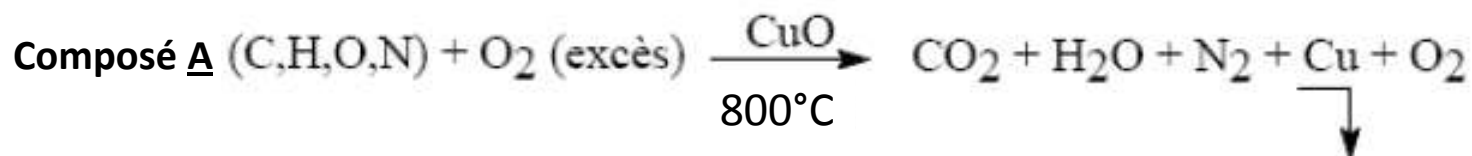
Schéma d'une grille à combustion pour le dosage de C, H et N

3) Composition centésimale :

La composition centésimale d'une substance organique est le pourcentage des différents éléments qui constituent la substance en question.

Exemples :

L'analyse élémentaire d'une substance organique A formée que C, H, O et N a donné les résultats suivants :



Calcul des pourcentages de C et H :

1 mole (44g) de CO_2 $\xrightarrow{\text{contient}}$ 12(g) de C

m_{CO_2} $\xrightarrow{\text{contient}}$ X(g) de C

$$\text{Soit : } X_{(g)} = \frac{12 \times m_{\text{CO}_2}}{44}$$

D'autre part,

m_1 de A $\xrightarrow{\text{contient}}$ la même masse de C $\left(X_{(g)} = \frac{12 \times m_{\text{CO}_2}}{44} \right)$

100 g de A $\xrightarrow{\text{contient}}$ % de C

Donc :

$$\%C = \frac{12 \times m_{\text{CO}_2} \times 100}{44 \times m_1}$$

De la même manière on peut montrer que :

$$\%H = \frac{2 \times m_{\text{H}_2\text{O}} \times 100}{18 \times m_1}$$

Calcul du pourcentage d'azote:

Soit m_{N_2} la masse d'azote correspondant au volume V_{N_2} . Si on suppose que N_2 est un gaz parfait, on peut écrire :

$$P \cdot V_{N_2} = n_{N_2} \cdot RT$$

Par ailleurs, on sait que : $n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M_{molaire}(N_2)} = \frac{m_{N_2}}{28},$

$$P \cdot V_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{28} \cdot RT$$

On en déduit alors que :

$$m_{N_2} = \frac{28 P V_{N_2}}{RT}$$

Ainsi, dans :

$$\begin{array}{ccc} m_2 \text{ de } \underline{A} & \xrightarrow{\text{contient}} & m_{N_2} \text{ g d'azote} \\ 100 \text{ g de } \underline{A} & \xrightarrow{\text{contient}} & \% \text{ d'azote} \end{array}$$

On en conclut :

$$\% N = \frac{28 P V_{N_2}}{R T m_2} \times 100$$

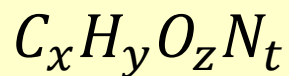
Calcul du pourcentage d'oxygène:

Puisque A n'est formé que de : C, H, O et N, le pourcentage de l'oxygène est calculé à partir de la relation suivante :

$$\%O = 100 - (\%C + \%H + \%N)$$

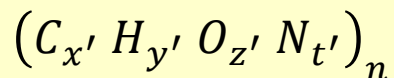
4) Formule brute empirique :

La formule brute moléculaire d'une substance organique indique la nature et le nombre d'atomes que contient cette molécule. Elle s'écrit généralement par:



La formule brute empirique indique la nature et le rapport du nombre d'atomes de chaque élément dans la molécule.

On l'écrit sous la forme suivante :



où n est un entier naturel

Remarque :

La détermination de *la formule brute empirique* peut se faire à partir de la composition centésimale, et ne nécessite pas la connaissance de la masse moléculaire de la substance étudiée, contrairement à *la formule brute moléculaire*.

Exemple : Détermination de la formule brute empirique de A : $(C_xH_yO_zN_t)_n$

Dans 100 g de A, on a :

$$\text{Nombre de C} = x'' = \frac{\%C}{12} \quad \Rightarrow \quad x'' = \frac{\%C}{12}$$

$$\text{Nombre de H} = y'' = \frac{\%H}{1} \quad \Rightarrow \quad y'' = \frac{\%H}{1}$$

$$\text{Nombre de O} = z'' = \frac{\%O}{16} \quad \Rightarrow \quad z'' = \frac{\%O}{16}$$

$$\text{Nombre de N} = t'' = \frac{\%N}{14} \quad \Rightarrow \quad t'' = \frac{\%N}{14}$$

Loi de PROUST

Au moins l'un des 4 nombres : x' , y' , z' , t' doit être égal à 1. Donc , il suffit de diviser x'' , y'' , z'' , t'' par le plus petit d'entre eux, soit : $\inf (x'', y'', z'', t'')$ pour obtenir : x' , y' , z' , t' .

$$x' = \frac{x''}{\inf} \quad y' = \frac{y''}{\inf} \quad z' = \frac{z''}{\inf} \quad t' = \frac{t''}{\inf}$$

Où $\inf$: est le plus petit nombre de x'' , y'' , z'' , t''

N. B. : x' , y' , z' , t' : sont des entiers naturels

Ainsi, pour déterminer n , c'est-à-dire pour accéder à *la formule brute moléculaire*, il faut chercher expérimentalement *la masse moléculaire* du composé organique étudié.

II - Détermination expérimentale de la masse moléculaire d'une substance organique :

Il existe plusieurs méthodes physico-chimiques qui permettent de déterminer la masse moléculaire. Le choix de chacune d'entre elles dépend par la nature de la substance étudiée.

1/ Méthode des densités de vapeur : *Loi d'Avogadro*

La masse moléculaire d'une substance organique A peut être déterminée à partir de la loi d'Avogadro :

$$M_A = 29 d_{A/air}$$

Puisque :
$$d_{A/air} = \frac{\text{masse d'1 mole de A}}{\text{masse d'1 mole d'air}} = \frac{M_A}{29}$$

2/ Méthode de Dumas et Meyer : *Loi des gaz parfaits*

Cette méthode est basée sur la loi des gaz parfaits.

$$PV = n_A RT = \frac{m_A}{M_A} RT \quad \Rightarrow \quad M_A = \frac{m_A R T}{PV}$$

Avec :

- R = 0,082 atm.l.mole⁻¹. K⁻¹
- P : atm
- T : K
- V : l
- m_A : g

3/ Méthode cryoscopique : *Loi de Raoult*

Lorsqu'on fait dissoudre une substance organique A dans un solvant, la température de congélation de la solution est inférieure à celle du solvant pur. Cet abaissement de température $\Delta\theta$, appelé abaissement cryoscopique, est relié à la masse moléculaire par la loi de Raoult :

$$\Delta\theta = K \cdot \frac{m}{m_0} \cdot \frac{1}{M_A} \quad \Rightarrow \quad M_A = K \cdot \frac{m}{m_0} \cdot \frac{1}{\Delta\theta}$$

- Avec :
- m : masse du soluté (composé organique étudié) en (g)
 - m_0 : masse du solvant pur en (g)
 - $\Delta\theta$: abaissement cryoscopique : $(T_{\text{congélation}}^{\text{solvant}} - T_{\text{congélation}}^{\text{solution}})$
 - K : constante cryoscopique, dépend uniquement de la nature du solvant.

Ainsi, par l'une des méthodes décrites plus haut, on peut calculer la masse moléculaire M_A . Nous sommes donc en mesure maintenant de trouver sa formule brute moléculaire :

$$(C_{x'}H_{y'}O_{z'}N_{t'})_n$$

En écrivant tout simplement l'équation suivante :

$$M_A = n \cdot (12x' + 1y' + 16z' + 14t')$$

On en déduit alors la valeur de n :

$$n = \frac{M_A}{(12x' + 1y' + 16z' + 14t')}$$

Exercice d'application :

Soit un composé A contenant (C, H, O, N). La combustion de 0,252 g de A donne :

- 0,185 g de CO_2
- 0,151 g de H_2O
- % N = 46,79

- 1) Calculer la composition centésimale de A et en déduire sa formule brute empirique.
- 2) Sachant que la densité de vapeur par rapport à l'air est $d = 2,07$, déterminer sa formule brute.
- 3) A contient une double liaison $\text{C}=\text{O}$, suggérer une formule développée de A.

Solution :

- 1) Détermination de la composition centésimale de A :

* Pourcentage de C et H :

$$M_A = 0,252 \text{ g} \longrightarrow \begin{cases} m_{\text{CO}_2} = 0,185 \text{ g} \\ m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,151 \text{ g} \end{cases}$$

On sait que :

$$\%C = \frac{12 \times m_{CO_2} \times 100}{44 \times m_1}$$

Application numérique :

$$\%C = \frac{12 \times 0,185 \times 100}{44 \times 0,252}$$

$$\%C = 20,02$$

De même :

$$\%H = \frac{2 \times m_{H_2O} \times 100}{18 \times m_1}$$

A. N. :

$$\%H = \frac{2 \times 0,151 \times 100}{18 \times 0,252}$$

$$\%H = 6,66$$

* Pourcentage de O :

$$\%O = 100 - (\%C + \%H + \%N)$$

A. N. :

$$\%O = 100 - (20,02 + 6,66 + 46,79) \Rightarrow \%O = 26,53$$

* Formule brute empirique : $(C_{x'} H_{y'} O_{z'} N_{t'})_n$

Dans 100 g de A, on a :

Nombre de C = $x'' = \frac{\%C}{12}$	$\Rightarrow$	$x'' = \frac{20,02}{12} = 1,67$	$\left\{ \begin{array}{l} x' = \frac{x''}{inf} = \frac{1,67}{1,66} = 1 \\ y' = \frac{y''}{inf} = \frac{6,66}{1,66} = 4 \\ z' = \frac{z''}{inf} = \frac{1,66}{1,66} = 1 \\ t' = \frac{t''}{inf} = \frac{3,34}{1,66} = 2 \end{array} \right.$
Nombre de H = $y'' = \frac{\%H}{1}$	$\Rightarrow$	$y'' = \frac{6,66}{1} = 6,66$	
Nombre de O = $z'' = \frac{\%O}{16}$	$\Rightarrow$	$z'' = \frac{26,53}{16} = 1,66$	
Nombre de N = $t'' = \frac{\%N}{14}$	$\Rightarrow$	$t'' = \frac{46,79}{14} = 3,34$	

Donc : la formule brute empirique est : $(CH_4ON_2)_n$

2) Détermination de la formule brute de A :

Pour déterminer la formule brute moléculaire de A, il faut calculer tout d'abord sa masse Moléculaire, à partir de la loi d'Avogadro.

$$M_A = 29 d_{A/air}$$

$$\text{A. N. : } M_A = 29 \times 2,07$$

$$M_A = 60 \text{ g/mole}$$

En reprenant la formule suivante :

$$M_A = n \cdot (12x' + 1y' + 16z' + 14t')$$

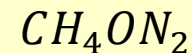
On obtient la valeur de n :

$$n = \frac{60}{(12 \times 1 + 1 \times 4 + 16 \times 1 + 14 \times 2)}$$

Soit :

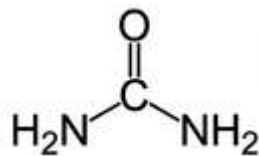
$$n = 1$$

$\Rightarrow$ La formule brute de A s'écrit :



3) Formule développée possible de A :

Si A contient une double liaison C = O, sa formule développée peut être :



Il s'agit donc :

urée

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

