

Année 2009-2010

1 S

COURS

CO1\_Les.molécules organiques

## I. INTRODUCTION A LA CHIMIE ORGANIQUE

### *Activité documentaire 1 : Courte histoire de la chimie organique*

La chimie organique a pour but l'analyse et l'étude des composés du .....

## II. LE CARBONE, ELEMENT DE BASE DE LA CHIMIE ORGANIQUE

### A : Tétravalence du carbone

L'atome de carbone ( $Z = \dots\dots$ ) a pour structure électronique .....

Il possède donc .....

Pour satisfaire à la règle de l'octet, il doit donc former .....

On dit que le carbone est **tétravalent**.

### B : Représentation des molécules

### C : Géométrie des liaisons

La géométrie de l'atome de carbone dépend de la nature des liaisons (simples ou multiples). Ci dessous le cas des hydrocarbures à 2 atomes de carbone.

Liaison Multiple	Liaisons Simples	Géométrie	Exemples
0	4	Tétraédrique	éthane
Double	2	Plane	éthène
Triple	1	Linéaire	éthyne

### Représentation de CRAM (Rappels) :

Les liaisons en trait plein sont dans le plan du tableau. Celle de forme triangulaire pleine en avant du plan. Celle triangulaire pointillé sont en arrière du plan.

### Activité 2 : Utilisation du modèle moléculaire

### Application 2 : L'urée

L'urée fut la première espèce chimique organique à avoir été synthétisée à partir d'éléments minéraux par Wöhler en 1828. ( $\text{Pb}(\text{OCN})_2$  [cyanate de plomb] +  $2\text{H}_2\text{O}$  [eau] +  $2\text{NH}_3$  [ammoniac])

Sa formule brute est  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ .

Le carbone est lié doublement avec l'oxygène, les deux atomes d'azote ne sont pas liés entre eux.

1 ; Écrire sa formule de Lewis et sa formule semi-développée.

2. Quelle est la géométrie de l'atome de carbone ?

3. Construire la molécule correspondante

*Un peu de culture : L'urée (appelée également diamide de l'acide carbonique), est le produit final de la dégradation (transformation), par le foie, des acides aminés provenant des protéines d'origine alimentaire. Cette substance se retrouve dans les urines (qui constituent les tissus humains)*

## III. LE SQUELETTE CARBONE D'UNE MOLECULE

La structure d'une molécule organique s'organise autour de son squelette carboné.

On appelle **squelette** (ou chaîne) **carboné(e)** l'enchaînement des atomes de carbone constituant une molécule organique.

### A : Qualificatifs de la chaîne

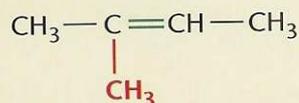
- **Cyclique** : la chaîne est fermée sur elle même
  - **Ouverte** : la molécule ne comporte pas de cycle
  - **Ramifiée** : le squelette carboné composé d'au moins deux chaînes ouvertes. dans le cas contraire, on dit que la chaîne est **linéaire**
- La chaîne la plus longue est appelée **chaîne principale**.

- **Saturée**: Toutes les liaisons carbone-carbone sont simples.
- **Insaturée** : si au moins une liaison carbone-carbone est multiple.

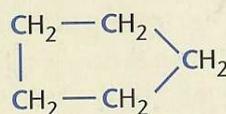
### Application 3 : Qualifier les chaînes ci-dessous

- pentane  
 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

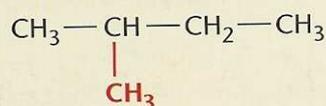
- méthylbut-2-ène



- cyclopentane



- méthylbutane



Lorsque des molécules ont même formule brute mais des squelettes carbonés différents (formules semi-développées différentes) sont dites **isomères** .....

### Application 4 : Isomère(s) de constitution du méthylbutane

### Activité 3 : Nutrition et graisses

#### B : Écriture Topologique

Les chaînes carbonées étant des enchainements de liaisons carbone-carbone complétés par un certain nombre de liaison hydrogène, on simplifie l'écriture en représentant la chaîne carbonée par une ligne en zigzag où

Un trait symbolise une liaison C-C en l'absence de mention

Les liaisons C-H ne sont pas représentées.

**Application 5:** Représenter le pentane, méthylbutane, méthylbut-2-ène

#### C : Principe de la nomenclature

On définit le nom d'une molécule organique à l'aide de règles de nomenclature.

Le principe est de baser le nom sur la structure du squelette carboné et sur la longueur de la chaîne principale

Nb de carbone	Radical
1	méth-
2	éth-
3	prop-
4	but-
5	pent-

### IV. LES HYDROCARBURES

Un **hydrocarbure** est molécule constituée exclusivement d'atomes de ..... et d' .....

#### A : Les alcanes

##### Définition

Un **alcane** est un hydrocarbure à **chaîne** .....

La formule brute des alcanes est  $C_nH_{2n+2}$

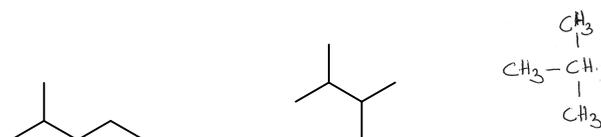
##### Nomenclature d'un alcane:

Le nom d'un alcane linéaire s'obtient en accolant au radical correspondant à la chaîne le suffixe -ane.

Le nom d'un alcane ramifié s'obtient en accolant au radical - le numéro du premier atome de la chaîne lié (le moins élevé) et le nom de **groupement alkyl** correspondant

Nb de carbone	Alcane	Formule semi-développée	Alkyl	Formule semi-développée
1	méthane	CH <sub>4</sub>	méthyl	-CH <sub>3</sub>
2	éthane	CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	éthyl	-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
3	propane	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	propyl	-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
4	butane	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	butyl	-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
5	pentane		pentyl	
6	hexane		hexyl	

**Application 7:** Nom des molécules ci-dessous .:



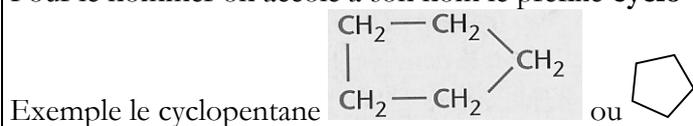
**B : Les cyclanes**

### Définition

Un **cyclane** est un hydrocarbure cyclique saturé

Sa formule brute est C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>.

Pour le nommer on accole à son nom le préfixe **cyclo**



### Activité 4 : Molécule de cyclohexane

**C : Les dérivés éthyléniques.**

### Définition

On appelle **dérivé éthylénique** :

Un hydrocarbure à chaîne ouverte insaturée dont au moins une liaison C-C est double.

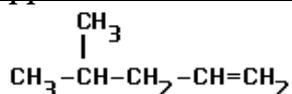
On appelle **alcène** un dérivé éthylénique dont une seule liaison est double.

La formule brute des alcènes est C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>

### Nomenclature d'un alcène:

Le nom d'un alcène s'obtient en accolant le radical - le numéro du premier atome de la chaîne lié (le moins élevé) et le suffixe **-ène**.

### Application 9 : Nom de l'alcène et isomères de constitution



### Stéréo-isoméries : exemple de l'isomérie Z/E

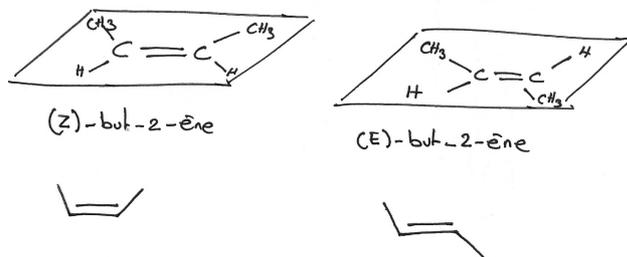
Certaines molécules différentes ont des formules semi-développées identiques.

Dans ce cas on parle de .....

Seule la disposition des groupements est différente.

Prenons le cas des deux molécules ayant pour formule semi-développée,  $\text{CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2$

On peut distinguer dans ce cas les deux molécules ci-dessous ::



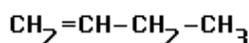
Le préfixe (Z) signifie que les atomes H se trouvent du même côté de la double liaison ; Z pour .....

Le préfixe (E) signifie que les atomes H se trouvent de part et d'autre de la double liaison ; E pour .....

*Il existe d'autres types de stéréo-isoméries particulièrement importantes dans le monde vivant telle que l'énantiométrie (Hors programme)*

### Application 10:

Nommer les isomères de l'alcène ci-dessous : (distinguer les isomères de constitution, des isomères (Z/E))



### Activité 5 : Composition de l'essence

### Activité 6 : Représentation de molécules d'hydrocarbures

## V. FAMILLES .GROUPES CARACTÉRISTIQUES

Toutes les molécules organiques ne sont pas des hydrocarbures.

Beaucoup contiennent des **groupes caractéristiques** constitués par d'autres éléments que C et H (hétéroatomes).

Ces groupes sont dits caractéristiques car ils confèrent aux molécules des propriétés physiques et chimiques particulières.

A chaque groupe caractéristique est associée, une ..... de molécules organiques. (alcools, amines, cétones, aldéhydes.....)

## A : Composés halogénés

### Définition :

Un **composé halogéné** contient un **groupe** ..... (-X) où X est un halogène (fluor, chlore, brome, iode)

### Nomenclature :

On associe à chaque halogène un préfixe en fonction de sa nature.

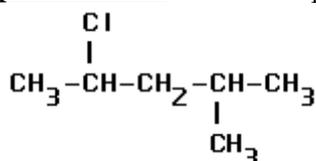
**Nom :** Préfixe (précédé éventuellement du numéro de l'atome sur lequel le groupe halogéno est fixé) + Nom de l'hydrocarbure. (Ex : 1-fluoropropane)

Halogène	Symbole	Préfixe
fluor	F	
chlore	Cl	
brome	Br	
iode	I	

### Test caractéristique : Nitrate d'argent

Apparition d'un précipité blanc ou jaune en présence de nitrate d'argent. ( $\text{AgNO}_3$ )

### Application 11 : Écriture topologique ? Nom ?



## B : Alcools

### Définition :

Un **alcool** contient le **groupe** ..... (-OH) engagé dans une liaison simple avec un atome de carbone.

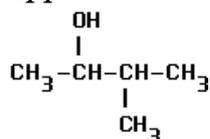
### Nomenclature :

**Nom :** Nom de l'hydrocarbure correspondant auquel le « e » final a été remplacé par la terminaison **-ol** ; précédé si nécessaire du numéro de l'atome de carbone lié à OH.

### Tests caractéristiques :

Décoloration d'une solution acidifiée de permanganate de potassium et test négatif à la 2,4-DNPH (2,4-dinitrophénylhydrazine)

**Application 12:** Écriture topologique ? Nom ?



## C : Composés carbonylés

### Définition

Un composé carbonylé comporte un **groupement** .....

- Le groupe carbonyle  $\text{— C —}$  est constitué d'un atome de carbone



doublement lié à un atome d'oxygène.

- Les **composés carbonylés** sont divisés en deux familles :
  - les **aldéhydes** où le groupe carbonyle est lié à un atome d'hydrogène et un atome de carbone ;
  - les **cétone**s où le groupe carbonyle est lié à deux atomes de carbone.

### Nomenclature :

**Nom (aldéhyde) :** Nom de l'hydrocarbure correspondant auquel le « e » final a été remplacé par la terminaison **—al** .

**Nom (cétone) :** Nom de l'hydrocarbure correspondant auquel le « e » final a été remplacé par la terminaison **—one** ; précédé si nécessaire du numéro de l'atome de carbone lié à O.

### Tests caractéristiques :

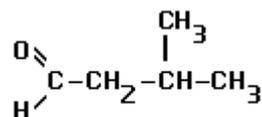
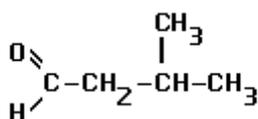
Apparition d'un précipité orange en présence de 2,4-DNPH (2,4-dinitrophénylhydrazine) pour tous les composés comportant un groupe carbonyle.

Pour les aldéhydes, il existe 2 tests spécifiques :

Test à la liqueur de Fehling : couleur bleu qui passe au rouge brique ( $\text{Cu}_2\text{O}$ , oxyde cuivreux)

Test du miroir d'argent (réactif de Tollens) : l'argent en solution est réduit et se dépose sur les parois)

**Application 13:** Écriture topologique ? Nom ?



## D : Acides carboxyliques

### Définition

Un acide carboxylique contient un groupe carboxyle  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$  où un atome de carbone est, d'une part, doublement lié à un atome d'oxygène et, d'autre part, lié à un groupe  $\text{---OH}$ .

### Nomenclature :

**acide** + nom de l'hydrocarbure correspondant dont le « e » final est remplacé par la terminaison **---oïque** .

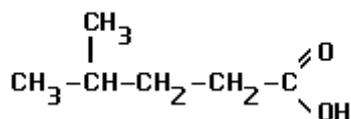
### Test caractéristique :

Les acides carboxyliques sont des acides ( $\text{pH} < 7$ ) donc papier pH ou indicateur coloré

### Application 14: Acides gras

Montrer que les molécules d'acides gras présentées dans l'activité sont bien des acides carboxyliques.

### Application 15: Écriture topologique ?Nom ?



## E : Amines

### Définition

Une amine contient un atome d'azote engagé dans une liaison simple avec au moins un atome de carbone. (**Groupe : amino**)

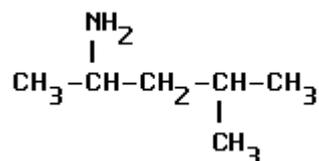
### Nomenclature :

Nom de l'hydrocarbure correspondant auquel le « e » final a été remplacé par la terminaison **---amine** ; précédé si nécessaire du numéro de l'atome de carbone lié à N.

### Test caractéristique :

Les amines sont des bases ( $\text{pH} > 7$ ) donc papier pH ou indicateur coloré

### Application 15: Écriture topologique ?Nom ?



### Activité 7 : Représentations de molécules organiques possédant des groupes caractéristiques

### Activité 8 : Création de molécules organiques et visualisation 3D

Activité 9 : A propose de la menthe de synthèse

Activité 10 : Chimie et biologie

---

VI. PROPRIETES PHYSIQUES DES MOLECULES ORGANIQUES

Activité 11 : Evolution de la température d'ébullition en fonction de la chaine carbonée et du groupe caractéristique.

+ TP\_ séparation de constituants d'un mélange

**\*\*FIN\*\***