

## Chapitre 3 : Constitution d'entités chimiques organiques et de la chimie du vivant

### Table des matières

---

Introduction.....	3
1 Représentations planes des molécules organiques : .....	4
1.1 la formule brute.....	4
1.2 Représentation développée .....	4
1.3 Représentation semi-développée .....	4
1.4 Ecriture topologique.....	5
Capacité 1 : Passage d'une formule topologique à la formule semi-développée : .....	5
2 Groupes caractéristiques et classe fonctionnelle : .....	6
2.1 Le squelette carboné : les hydrocarbures .....	6
2.2 Groupes caractéristiques et famille fonctionnelle : .....	6
3 Nomenclature en chimie organique : .....	8
3.1 Nomenclature des hydrocarbures.....	8
3.1.1 Les alcanes.....	8
3.1.2 Les alcènes : .....	9
3.1.3 Les alcynes : .....	10
Capacité 2 : Nomenclature des hydrocarbures .....	11
3.2 Nomenclature, fonctions classées par ordre de priorité : .....	12
Capacité 3 : Nomenclature des composés polyfonctionnels .....	13
4 Le nombre d'insaturations : .....	14
4.1 De la formule semi-développée à la formule brute .....	14
4.2 De la formule brute à la formule semi-développée : .....	14
Capacité 4 : Nombre d'insaturation .....	15
5 Familles chimiques dans la chimie du vivant : .....	16
5.1 Sucres (ou oses) et autres glucides .....	16
5.1.1 Glucides simples (ou monosaccharides) .....	16
5.1.2 Glucides complexes : les osides (polymères d'oses : polysaccharides).....	17
5.2 Les lipides .....	18

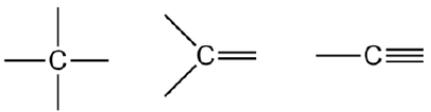
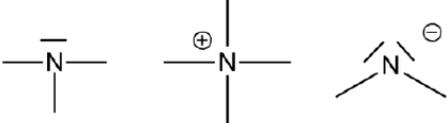
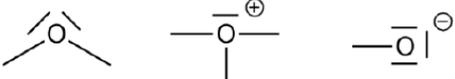
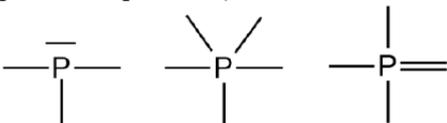
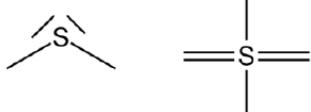
5.3	Les acides aminés, les peptides et les protéines.....	19
5.3.1	Les acides aminés : .....	19
5.3.2	Les peptides et la liaison peptidique .....	20
5.3.3	Les protéines .....	20
5.4	Les nucléosides, nucléotides et acides nucléiques.....	21
5.4.1	Les nucléosides.....	21
5.4.2	Les nucléotides .....	21
5.4.3	Les acides nucléiques .....	22
6	Travaux dirigés.....	23

## Introduction

Les molécules organiques sont constituées d'atomes d'hydrogènes H et de carbone C. Elles peuvent aussi comporter d'autres éléments appelés hétéroatomes, les plus courants étant l'oxygène O, l'azote N, le phosphore P et le soufre S.

Rappelons la position de ces atomes dans la classification périodique, leur nombre d'électrons de valence et le nombre de liaisons qu'ils effectuent usuellement.

**Rappel : La valence d'un atome est le nombre maximal de liaison covalente ou ionique qu'il peut former. La valence dépend de la configuration électronique.**

Atome	Position dans la classification	Configuration électronique de valence et nombre d'électrons de valence		Nombres de liaisons usuelles
Hydrogène	1 <sup>ère</sup> période 1 <sup>ère</sup> colonne	$(1s)^1$	1	1 liaison : $H—$
Carbone	2 <sup>ème</sup> période 14 <sup>ème</sup> colonne	$(2s)^2(2p)^2$	4	4 liaisons : 
Azote	2 <sup>ème</sup> période 15 <sup>ème</sup> colonne	$(2s)^2(2p)^3$	5	2 à 4 liaisons : 
Oxygène	2 <sup>ème</sup> période 16 <sup>ème</sup> colonne	$(2s)^2(2p)^4$	6	1 à 3 liaisons : 
Halogènes (F, Cl, Br, I)	2 <sup>ème</sup> période 17 <sup>ème</sup> colonne	$(2s)^2(2p)^5$	7	1 liaison : 
Phosphore	3 <sup>ème</sup> période 15 <sup>ème</sup> colonne	$(3s)^2(3p)^3$	5	Même structure de valence que l'azote mais avec hypervalence possible (usuellement 5 liaisons) 
Soufre	3 <sup>ème</sup> période 16 <sup>ème</sup> colonne	$(3s)^2(3p)^4$	6	Même structure de valence que le soufre mais avec hypervalence possible (usuellement 6 liaisons) 

# 1 Représentations planes des molécules organiques :

## 1.1 la formule brute

**La formule brute donne la nature des atomes qui composent la molécule, ainsi que leur nombre.**

*Exemple :*  $C_2H_6O$  est composé de 2 atomes de carbone, 6 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène.

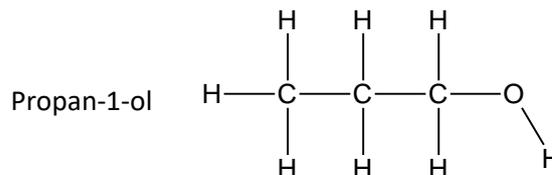
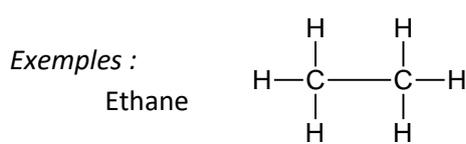
Une formule brute peut convenir à plusieurs molécules. Elle n'indique pas la nature des groupes caractéristiques ni leur position.

Dans l'exemple précédent,  $C_2H_6O$  peut convenir à la molécule d'éthanol ou de méthoxyméthane.

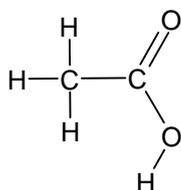
## 1.2 Représentation développée

La **FORMULE DEVELOPPEE** d'un composé indique tous les doublets électroniques liants, les lacunes électroniques et les charges formelles.

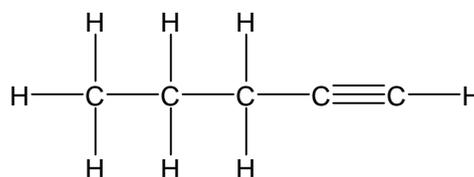
Il s'agit en quelque sorte d'une formule de Lewis « allégée » des doublets non liants.



Acide éthanoïque



pent-1-yne



## 1.3 Représentation semi-développée

La **FORMULE SEMI-DEVELOPPEE** est une représentation moins chargée, dans laquelle ne figurent plus les doublets électroniques associant un atome d'hydrogène à un autre atome.

*Exemples :*

Ethane :  $CH_3-CH_3$                       Propan-1-ol :  $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

Acide éthanoïque :  $CH_3-COOH$                       ou                       $CH_3-CO_2H$                       ou

pent-1-yne :  $CH_3-CH_2-CH_2-C\equiv CH$

*Rem. :* L'écriture de certains groupes fonctionnels peut parfois être condensée :

- groupe fonctionnel acide carboxylique : on peut écrire  $-COOH$  ou  $-CO_2H$
- Groupe carbonyle de la classe fonctionnelle aldéhyde :  $-CHO$
- Groupe phényle :  $-C_6H_5$  ou Ph

## 1.4 Ecriture topologique

---

L'ECRITURE TOPOLOGIQUE est obtenue à partir de la formule semi-développée, en représentant les liaisons C-C par des lignes brisées (la multiplicité de la liaison est indiquée).

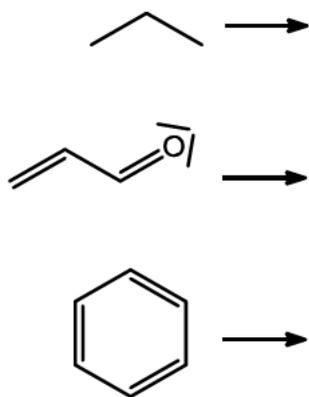
Les atomes de carbone et les atomes d'hydrogène portés par un atome de carbone ne sont plus représentés.

Seuls les hétéroatomes (= atomes différents de H et C) et les atomes d'hydrogène portés par ces hétéroatomes sont représentés.

 s'il n'y a pas de charge sur un atome de carbone, il participe forcément à 4 liaisons.

Exemples :

**Capacité 1 : Passage d'une formule topologique à la formule semi-développée :**



## 2 Groupes caractéristiques et classe fonctionnelle :

Les molécules organiques peuvent être considérées comme constituées d'un squelette hydrogène-carboné relativement non réactif et d'un ou plusieurs groupes caractéristiques, faisant intervenir des atomes autres que le carbone et l'hydrogène (O, S, N, etc. appelés hétéroatomes).

### 2.1 Le squelette carboné : les hydrocarbures

Les molécules organiques qui ne comportent que des atomes de carbone et d'hydrogène sont appelées hydrocarbures.

Les alcanes (formule  $C_nH_{2n+2}$ ) sont les hydrocarbures saturés.

Les alcènes, de formule brute  $C_nH_{2n}$ , présentent une liaison C=C et les alcynes, de formule brute  $C_nH_{2n-2}$ , une liaison triple. Ce sont des hydrocarbures insaturés.

Caractéristique	Nom de la classe de molécule	Exemple
uniquement des liaisons simples	<b>ALCANE</b>	Propane
possèdent une ou plusieurs liaisons doubles	<b>ALCENE</b>	Propène
possèdent une ou plusieurs liaisons triples	<b>ALCYNE</b>	Propyne

### 2.2 Groupes caractéristiques et famille fonctionnelle :

FONCTION ORGANIQUE	NOM DU GROUPE CARACTERISTIQUE	FORMULE	EXEMPLE	
Halogéno-alcane ou dérivé halogéné	Halogéno (Fluoro, bromo, etc...)	$R-X$		2-chlorobutane
Alcool	hydroxyle	$R-OH$		Butan-2-ol
thiol	sulfhydryle	$R-SH$		Butan-2-thiol
Amine primaire	Amino	$R-NH_2$		2-aminobutane
Amine secondaire				N-diméthylamine
Amine tertiaire				N,N-diméthyléthylamine
Ether-oxyde	alcoxy	$R-O-R_1$		méthoxyéthane

aldéhyde	Carbonyle			éthanal
cétone				butan-2-one
Acide carboxylique	carboxyle			Acide éthanique
Ester				Ethanoate de méthyle

FONCTION ORGANIQUE	FORMULE
Chlorure d'acyle	
Amide	
Anhydride d'acide	
nitrile	$R-C\equiv N$

FONCTION ORGANIQUE	FORMULE
Hémiacétal et hémicétal	
Acétal et Cétal	
Ester phosphorique	
Anhydride phosphorique	

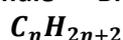
## 3 Nomenclature en chimie organique :

Un chimiste doit pouvoir nommer les molécules qu'il étudie. Mais il faut utiliser une nomenclature universelle pour qu'il n'y ait pas de confusion d'une personne à l'autre. La nomenclature systématique la plus utilisée est la nomenclature substitutive (instaurée par l'IUPAC : International Union of Pure and Applied Chemistry).

### 3.1 Nomenclature des hydrocarbures

#### 3.1.1 Les alcanes

Formule Brute :

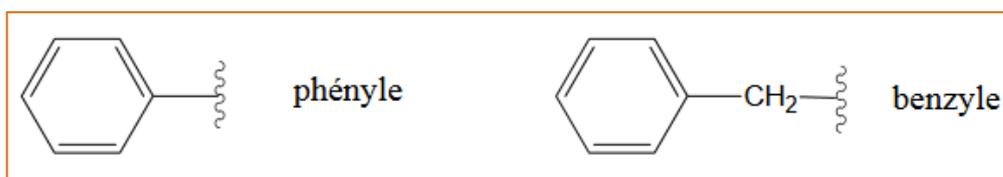
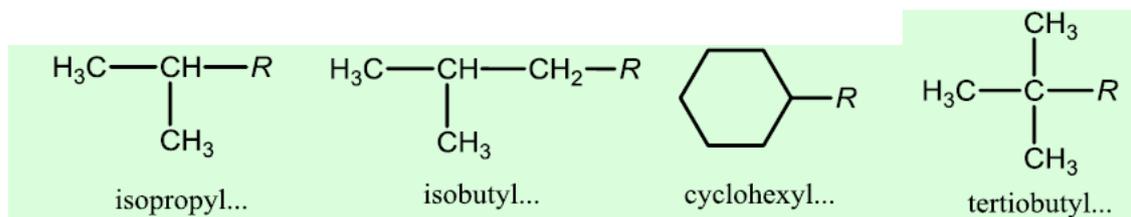


		ALCANE	ALKYLE
		S'il forme la chaîne principale <b>NOM + ane</b>	S'il forme un groupement ou ramification : <b>NOM + yle</b>
CH <sub>4</sub>	<b>méth</b>	<b>méthane</b>	<b>méthyl(e)</b>
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	<b>éth</b>	<b>éthane</b>	<b>éthyl(e)</b>
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	<b>prop</b>	<b>propane</b>	<b>propyl(e)</b>
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	<b>but</b>	<b>butane</b>	<b>butyl(e)</b>
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	<b>pent</b>	<b>pentane</b>	<b>pentyl(e)</b>
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	<b>hex</b>	<b>hexane</b>	<b>hexyl(e)</b>
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	<b>hept</b>	<b>heptane</b>	<b>heptyl(e)</b>
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	<b>Oct</b>	<b>octane</b>	<b>octyl(e)</b>
C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	<b>Non</b>	<b>nonane</b>	<b>nonyl(e)</b>
C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	<b>Déc</b>	<b>décane</b>	<b>décyl(e)</b>

#### Méthode à retenir

- ① trouver la chaîne carbonée la plus longue (dite « principale ») et la nommer ....ane  
*Rq : Si la chaîne principale est cyclique, on ajoute le préfixe cyclo devant le nom de l'alcane.*
- ② numéroter la chaîne tel que le C qui porte la ramification ait le plus petit indice possible.
- ③ nommer le substituant ....yle, lui conférer un numéro.  
Dans le nom systématique, le numéro doit être encadré de deux tirets (3-éthyl-2-propylhexane)
- ④ donner le nom du composé
- ⑤ si il existe plusieurs substituants, la somme des numéros des substituants doit être la plus petite possible
- ⑥ si plusieurs substituants ont le même nom, utiliser les préfixes multiplicatifs :  
di : pour 2  
tri : pour 3  
tétra : pour 4
- ⑦ énoncer les substituants par ordre alphabétiques sans tenir compte des préfixes multiplicatifs.

Si les ramifications sont elles-mêmes ramifiées, la nomenclature peut s'avérer plus complexe. Cependant les appellations courantes de certains groupes sont à connaître ( R représente la chaîne principale) :

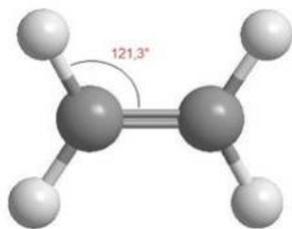


### 3.1.2 Les alcènes :

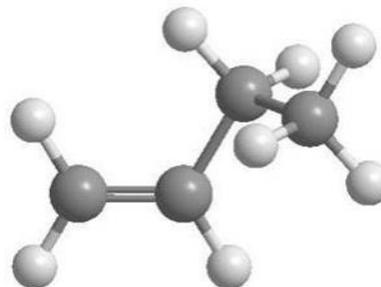
**Formule brute :**  $C_nH_{2n}$

Au niveau de la double liaison C=C, la formule VSEPR autour de chaque carbone est :  $AX_3E_0$ . La structure est donc plane avec des angles proches de  $120^\circ$ . Ailleurs dans la chaîne hydrocarbonée, la structure tétraédrique apparaîtra au niveau de tous les atomes de carbone simplement liés

		ALC + ENE
$C_2H_4$	<b>éth</b>	<b>Ethène</b>
$C_3H_6$	<b>prop</b>	<b>Propène</b>
$C_4H_8$	<b>but</b>	<b>Butène</b>



Éthène ou éthylène



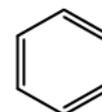
But-1-ène

#### Méthode à retenir

- ① trouver la chaîne carbonée la plus longue contenant la liaison double et la nommer éth, prop...
- ② numéroter la chaîne tel que le C qui porte la double liaison ait le plus petit indice possible
- ③ donner le nom de la chaîne + tiret + Numéro C + tiret + ène
- ④ pour les substituants, se reporter au paragraphe précédent 3.1.1.

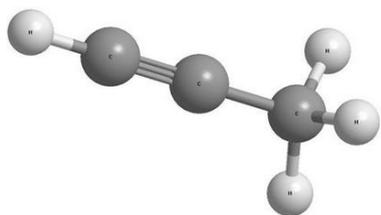
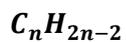
*Rq : Si la chaîne principale est cyclique, on ajoute le préfixe cyclo devant le nom de l'alcène*

Un hydrocarbure particulier possède un nom qui lui est propre : le benzène.

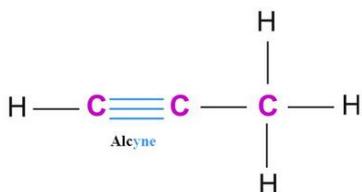


### 3.1.3 Les alcynes :

**Formule brute :**



**Propyne**



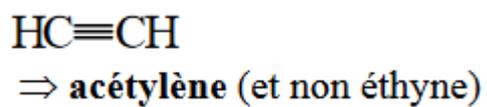
*Formule  
développée*

**ALC + YNE**

C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	<b>éth</b>	<b>Ethyne</b>
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	<b>prop</b>	<b>Propyne</b>
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	<b>but</b>	<b>Butyne</b>

La géométrie d'un alcyne est linéaire : la formule VSEPR autour des C de C≡C est AX<sub>2</sub>E<sub>0</sub>.

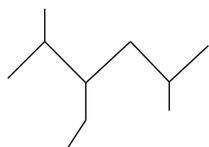
**Attention : nom usuel**



**Capacité 2 : Nomenclature des hydrocarbures**

Selon le cas :

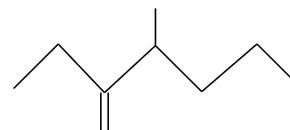
- indiquer le nom systématique de la molécule pour chaque écriture topologique.
- Dessiner la molécule pour chaque nom.



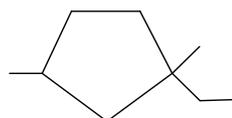
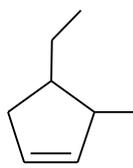
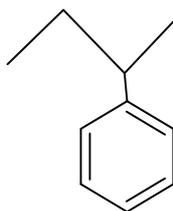
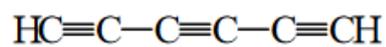
3-tertbutylheptane

3,6-diéthyl-4,5-diméthyldécane

3-isopropylheptane



Penta-1,3-diène



### 3.2 Nomenclature, fonctions classées par ordre de priorité :

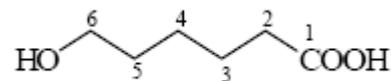
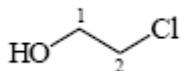
- ① Déterminer la fonction principale (les fonctions sont classées dans le tableau suivant par ordre de priorité) : Nommer la en utilisant la colonne des **suffixes**.
- ② Déterminer la structure de base : chaîne carbonée (la + longue) ou cycle qui porte la fonction principale
- ③ Numéroté
- ④ énoncer les autres fonctions en utilisant la colonne des **préfixes** par ordre alphabétique sans tenir compte des préfixes multiplicatifs.

Fonction	Suffixe si la fonction est prioritaire	Préfixe si la fonction n'est pas prioritaire
ACIDE CARBOXYLIQUE	acide ...-oïque	carboxy- (*)
ANHYDRIDE D'ACIDE	anhydride ...-oïque	
ESTER	...-oate d'alkyle	alkyloxycarbonyl- (*)
AMIDE	...-amide	carbamoyl- (*)
NITRILE	...-nitrile	cyano- (*)
ALDEHYDE	...-al	oxo-
CETONE	...-one	oxo-
ALCOOL	...-ol	hydroxy-
THIOL	...-thiol	mercapto
AMINE	...-amine	amino-
ETHEROXYDE		alcoxy-

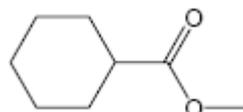
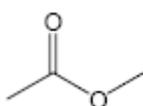
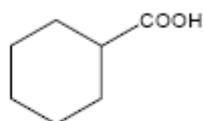
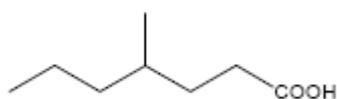
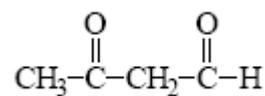
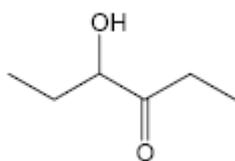
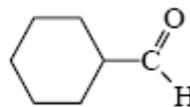
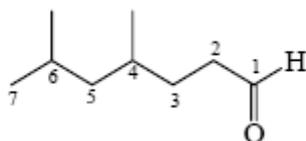
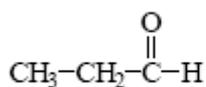
Les préfixes suivis par (\*) sont ceux qui correspondent à une fonction non prioritaire dont le carbone ne fait pas parti de la chaîne principale.

La nomenclature des hémiacétals, acétals et anhydride phosphorique est complexe et hors programme.

**Capacité 3 : Nomenclature des composés polyfonctionnels**



Acide 2,2-diméthylpent-4-énoïque



4-éthylhex-1-ène-3,5-diol

2-aminobutanoate d'éthyle

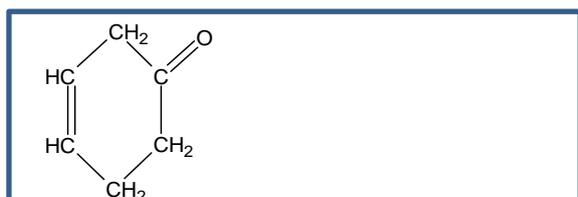
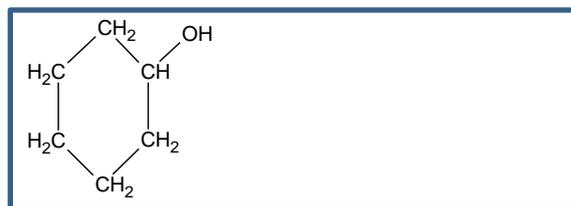
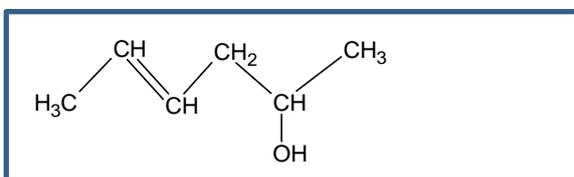
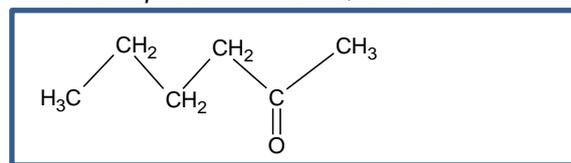
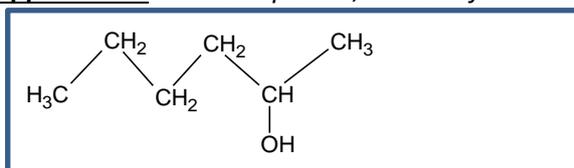
## 4 Le nombre d'insaturations :

### 4.1 De la formule semi-développée à la formule brute

On dit qu'une molécule qui possède un maximum d'hydrogène est saturée.

On appelle une insaturation tout élément de structure qui diminue le nombre d'hydrogène par rapport à la molécule saturée : une liaison multiple, un cycle ....

**Application :** Dans chaque cas, écrire la formule brute des composés suivants. Que conclure ?



Nous retiendrons :

**Un cycle correspond à une insaturation**

**Une liaison double correspond à une insaturation**

**Les insaturations se cumulent dans une molécule**

### 4.2 De la formule brute à la formule semi-développée :

A partir de la formule brute, nous avons directement accès à NI, nombre d'insaturation d'une molécule

Notons :  $n^{IV}$  le nombre d'atomes de valence 4 que contient la molécule  
 $n^{III}$  le nombre d'atomes de valence 3 que contient la molécule, etc...

Nous retiendrons : 
$$NI = \frac{2.n^{IV} + 2 + n^{III} - n^I}{2}$$

Nous remarquons que  $n^{II}$  n'apparaît pas dans la formule, ce qui signifie que les atomes de valence 2, comme l'oxygène, n'ont pas d'influence sur le nombre d'insaturation d'une molécule

Il est nécessaire de connaître de la valence des atomes pour utiliser cette formule :

IV	III	II	I	0
			H	He
C	N	O	F	Ne
Si	P	S	Cl	Ar
			Br	Kr
			I	Xe

**⚠** Lorsque qu'une molécule présente au moins 4 insaturations, vous devez immédiatement penser au benzène.

**Capacité 4 : Nombre d'insaturation**

Déterminer le nombre d'insaturation des molécules suivantes, en déduire les fonctions que ces molécules peuvent contenir et celles qu'elles ne peuvent pas contenir :

	Nombre d'insaturation	Fonction(s) possible(s)
$C_6H_{12}O_2$		
$C_6H_{10}O_2$		
$C_6H_{11}ON$		
$C_6H_6O$		

## 5 Familles chimiques dans la chimie du vivant :

En BCPST et plus particulièrement en biochimie, vous allez rencontrer de nombreuses molécules contenant les différents groupes caractéristiques vus dans ce chapitre. Il est essentiel de savoir les repérer et d'identifier les familles d'entités chimiques intervenant dans le vivant.

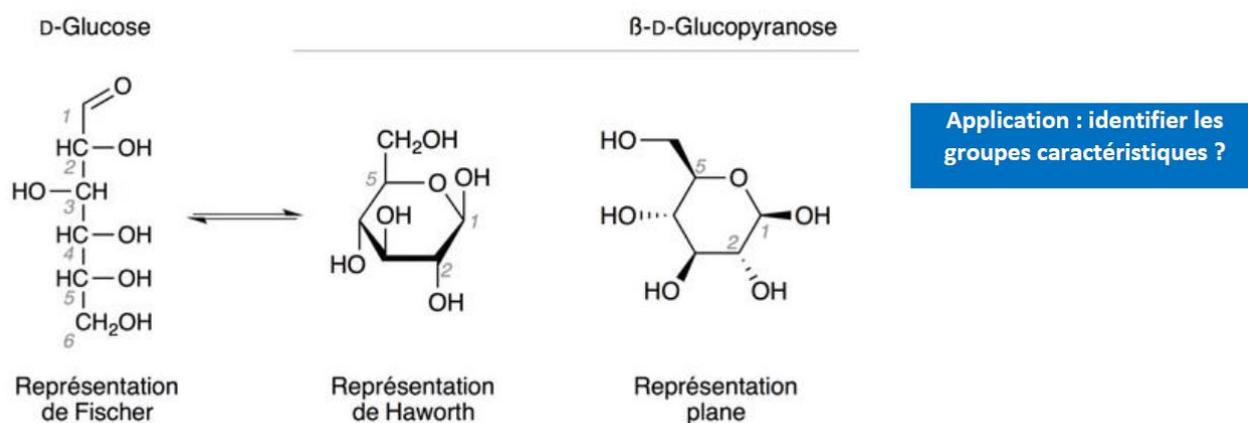
### 5.1 Sucres (ou oses) et autres glucides

#### Définition :

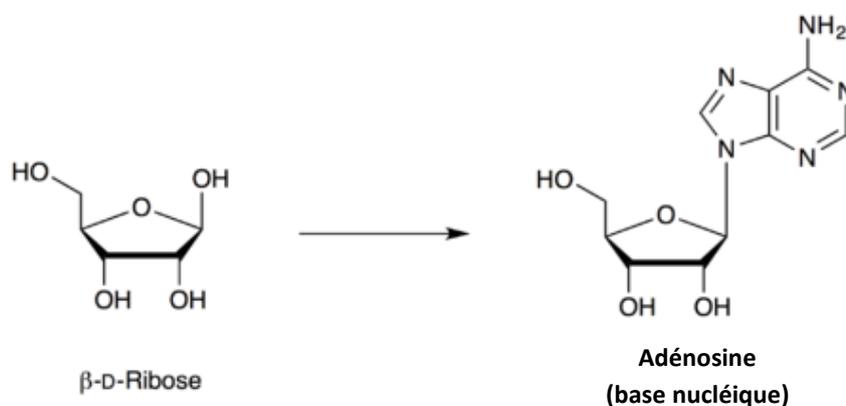
Les **oses** et **glucides** sont une classe de composés organiques contenant un **groupe carbonyle** (aldéhyde ou cétone), **au moins deux groupes hydroxyle** (-OH) et au moins un carbone asymétrique.

#### 5.1.1 Glucides simples (ou monosaccharides)

Les oses sont présents sous forme linéaire et cyclique (cycle de 5 ou 6 atomes).



Parmi ces sucres, un des plus importants est le ribose qui, dans sa forme cyclique β-D, fait partie intégrante des acides nucléiques comme l'acide ribonucléique (ARN) :



### 5.1.2 Glucides complexes : les osides (polymères d'oses : polysaccharides)

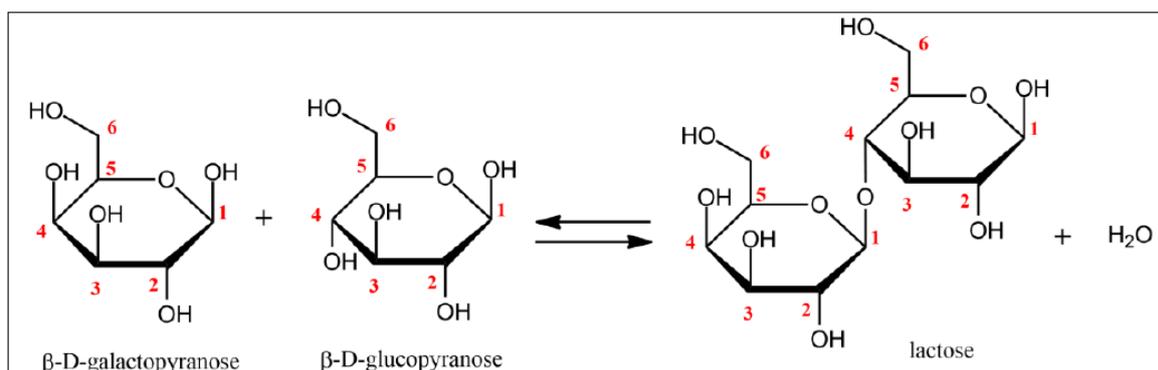
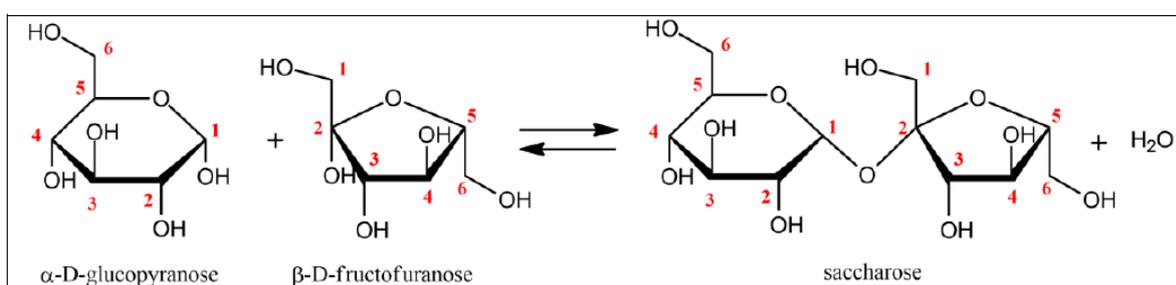
#### Définition :

Deux oses peuvent se lier entre eux via la formation d'une fonction **acétal ou cétal**, en libérant une molécule d'eau, on parle de **liaison osidique** (ou glycosidique).

Les osides sont des polymères d'oses (macromolécules glucidiques) liés par une liaison osidique (ou glycosidique)

#### Exemples de disaccharides :

Les figures suivantes présentent deux osides : le saccharose et le lactose. Les équations de réactions proposées ne représentent pas la réalité biologique de leur synthèse



#### Exemples de polysaccharides :

En associant un grand nombre d'oses on obtient des macromolécules linéaires ou ramifiées qui peuvent avoir des rôles de réserve (amidon, glycogène) ou de structure (cellulose).

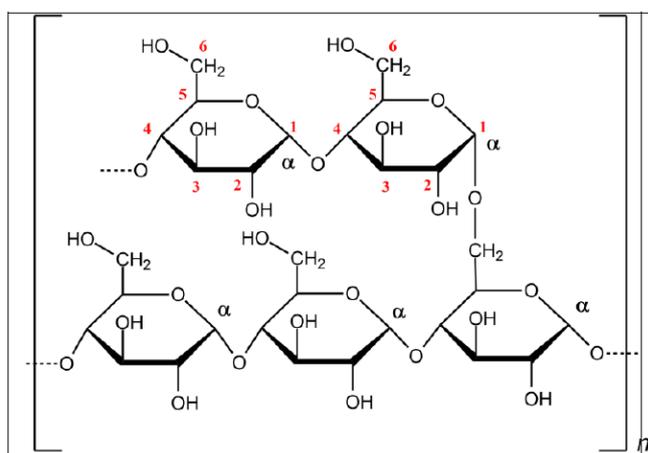


Figure 14 : Structure d'un des polymères de l'amidon, l'amylopectine (polymère ramifié de glucoses)

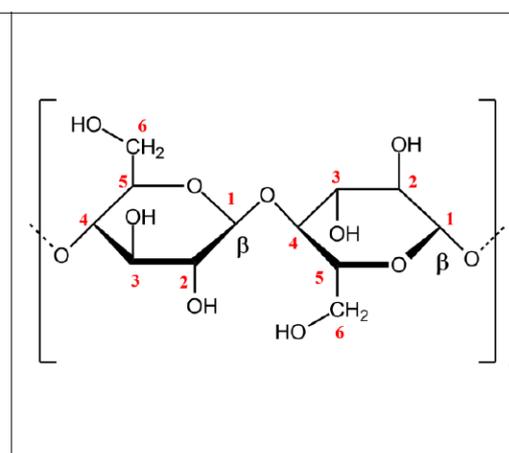


Figure 15 : Structure de la cellulose (polymère linéaire de glucoses)

## 5.2 Les lipides

### Définition :

Les lipides constituent la matière grasse des êtres vivants. Ce sont de petites molécules hydrophobes ou amphipathiques.

Amphipathique = amphiphile = possède un pôle hydrophobe (queue) et hydrophile (souvent la tête).

Les lipides peuvent être classés selon la structure de leur squelette carboné (atomes de carbone chaînés, cycliques, présence d'insaturations, etc).

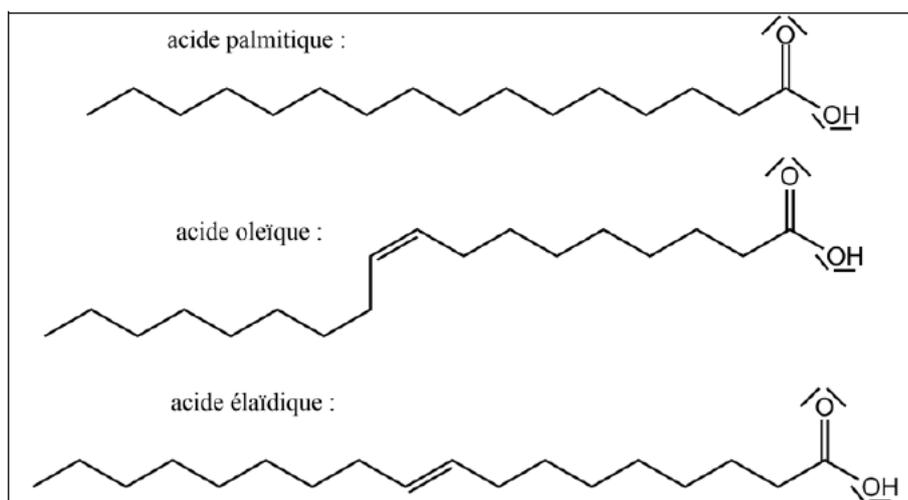
On peut citer :

#### ➤ les **acides gras** :

Un acide gras est un **acide carboxylique à longue chaîne carbonée saturée ou insaturée**.

Un acide gras est dit saturé quand la chaîne carbonée ne comporte aucune double liaison carbone-carbone.

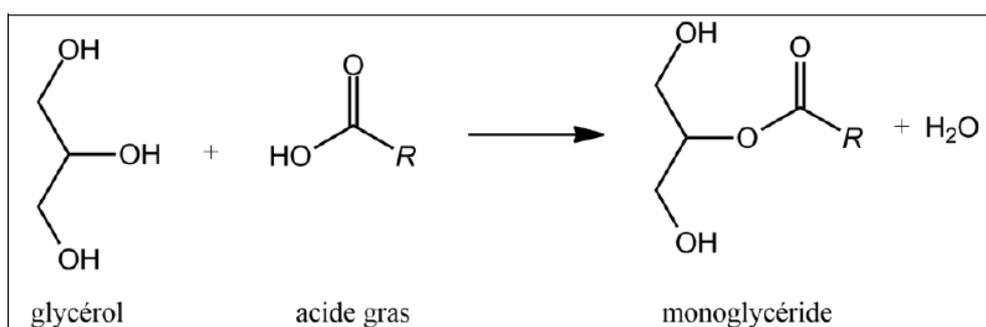
Un acide gras est dit insaturé quand la chaîne carbonée comporte une ou plusieurs doubles liaisons carbone-carbone.



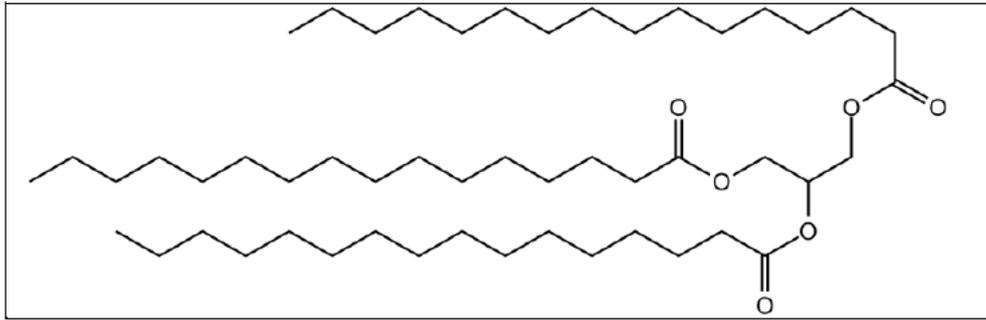
#### ➤ les **glycérides** :

Les glycérides sont des esters d'acides gras (saturés ou insaturés) et de glycérol. Selon le nombre d'acide gras associés au glycérol, on parle de monoglycéride, diglycéride ou triglycéride.

Ci-dessous, on présente la formation d'un monoglycéride. L'équation de réactions proposée ne représente pas la réalité biologique de la synthèse d'un glycéride.



un exemple de triglycéride :



➤ les **phosphoglycérides** :

Un phosphoglycéride est un lipide contenant un groupe **ester phosphorique**.

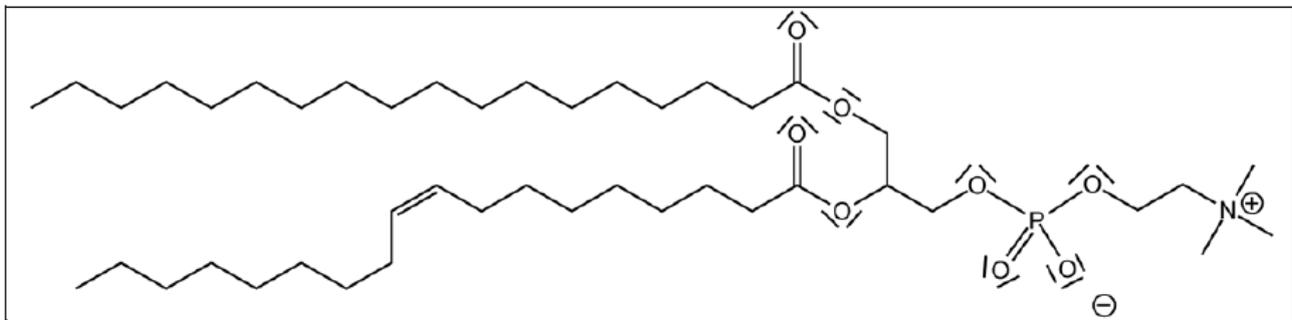


Figure 4 : un exemple de phosphoglycéride, le 1-oléyl-2-stéaryl-phosphatidylcholine

## 5.3 Les acides aminés, les peptides et les protéines

### 5.3.1 Les acides aminés :

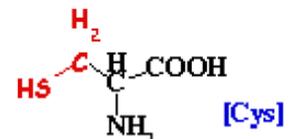
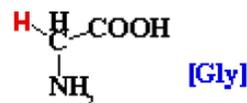
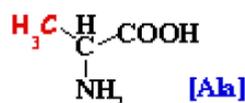
#### Définition :

Les acides aminés, plus spécifiquement les **acides  $\alpha$ -aminés**, possèdent un **groupe carboxyle** et un **groupe amino** portés par le même atome de carbone appelé carbone  $\alpha$ .

Ce carbone  $\alpha$  est aussi relié à une chaîne carbonée appelée « radical » par les biologistes.



Structure générale d'un acide  $\alpha$ -aminé



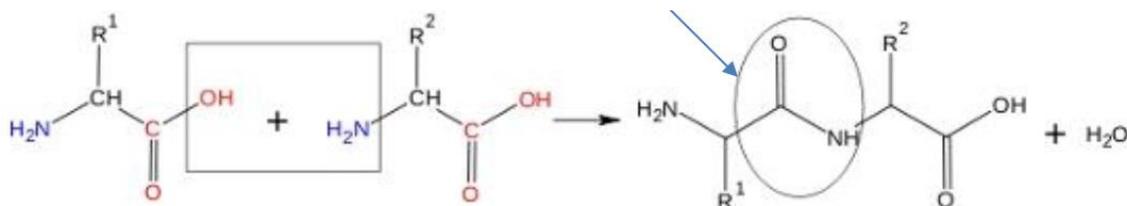
Exemples d'acides aminés

## 5.3.2 Les peptides et la liaison peptidique

### Définition

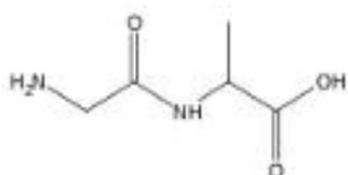
Un **peptide** est un **polymère d'acides aminés** reliés entre eux par des **liaisons peptidiques**. En fonction du nombre d'acides aminés associés on parle de di-, tri- ou polypeptides.

Une liaison peptidique est une liaison covalente qui s'établit entre le groupe carboxyle porté par le carbone  $\alpha$  d'un acide aminé et le groupe amino porté par le carbone  $\alpha$  de l'acide aminé suivant dans la chaîne peptidique. **La liaison peptidique correspond à une fonction amide.**



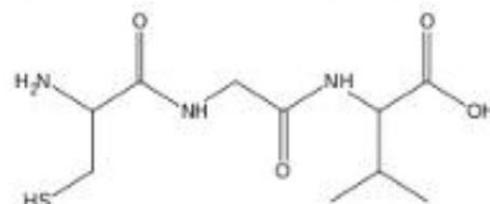
Formation d'une liaison peptide (entourée). Les groupes réagissant ensemble sont encadrés.

Exemples : Glycine-Alanine (Gly-Ala)



Application :  
identifier les  
groupes  
caractéristiques ?

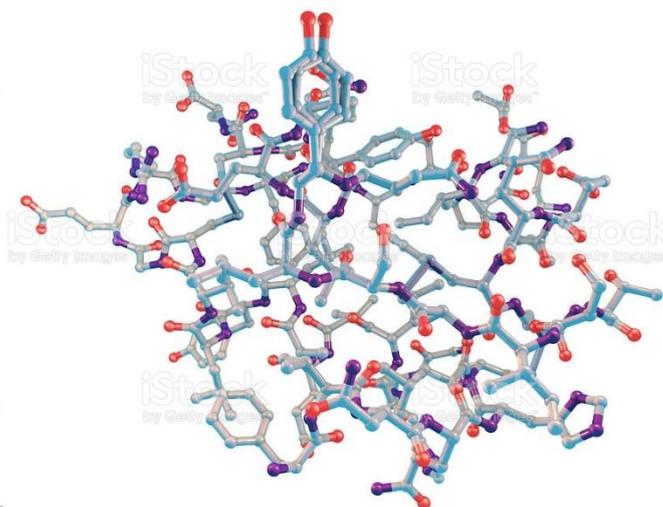
Cystéine-Glycine-Valine (Cys-Gly-Val)



## 5.3.3 Les protéines

Les **protéines** sont des macromolécules, formées **d'une ou de plusieurs chaînes polypeptidiques** liées entre elles par des liaisons peptidiques.

Exemples : L'insuline est une petite protéine, le collagène une très grosse protéine.



Modèle moléculaire 3D de  
l'insuline

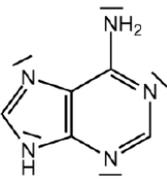
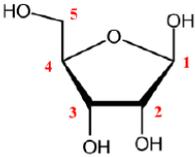
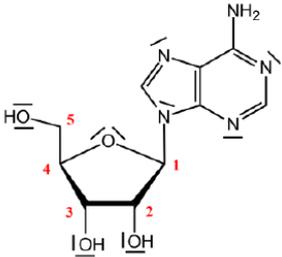
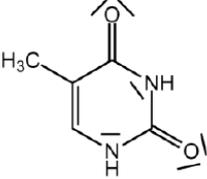
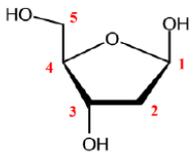
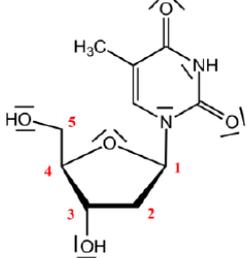
## 5.4 Les nucléosides, nucléotides et acides nucléiques

### 5.4.1 Les nucléosides

#### Définition

Les **nucléosides** sont constituées d'une **base azotée** (appelée aussi base nucléique) **liée à un pentose**, généralement du ribose (ribonucléoside) ou du désoxyribose (désoxyribonucléoside), par une **liaison N-glycosidique** avec un atome d'azote d'une pyrimidine ou d'une purine (en quelque sorte un groupe acétal avec un atome d'azote au lieu d'un atome d'oxygène).

Deux exemples :

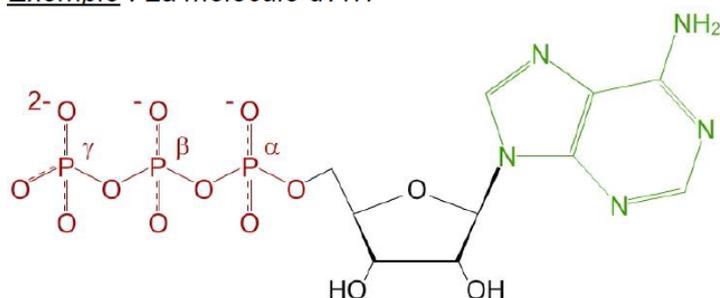
Base azotée	Pentose	Nucléoside
 <p>Adénine (base purique)</p>	 <p>α-D-ribofuranose</p>	 <p>Adénosine (A)</p>
 <p>Thymine (base pyrimidique)</p>	 <p>α-D-désoxyribofuranose</p>	 <p>Thymidine (T)</p>

### 5.4.2 Les nucléotides

#### Définition

Un **nucléotide** est un **nucléoside phosphorylé** (groupe ester phosphorique) une, deux ou trois fois.

*Exemple : La molécule d'ATP*



On distingue bien les trois parties de la molécule d'ATP : le sucre à 5 carbones en noir (du ribose), la base azotée en vert (de l'adénine) et les trois groupements phosphates, en rouge

### 5.4.3 Les acides nucléiques

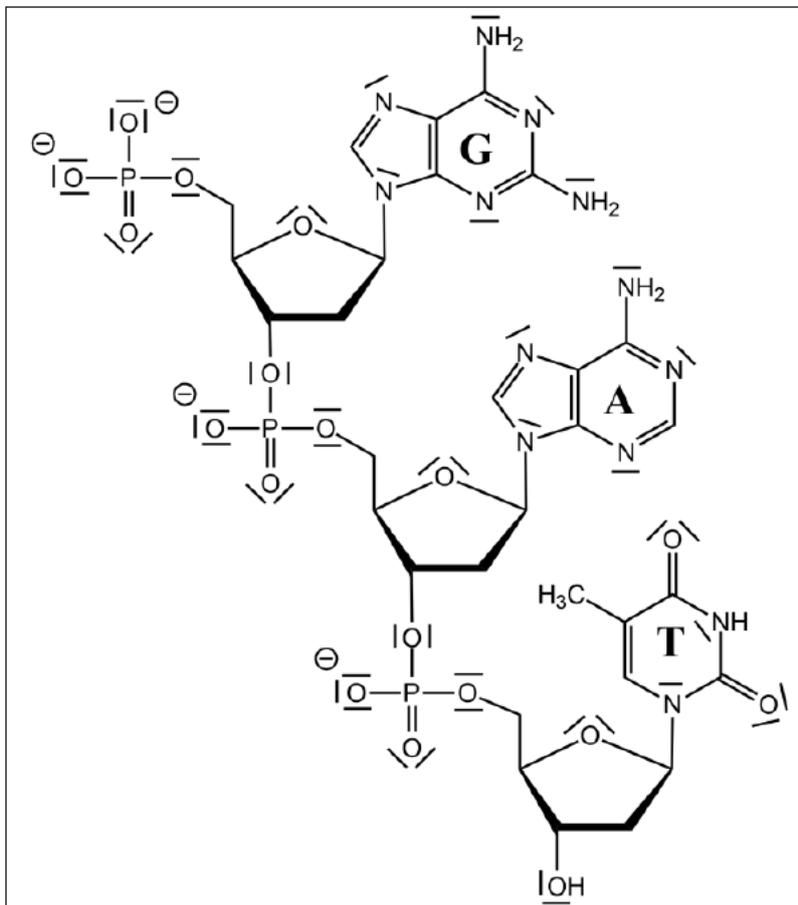
#### Définition

Les **acides nucléiques** sont des **polymères de nucléotides**, reliés entre eux par **des liaisons phosphodiesters**.

Ces acides nucléiques sont d'une importance fondamentale chez tous les êtres vivants, en étant le support de leur information génétique.

Il existe deux types d'acides nucléiques : l'acide désoxyribonucléique (ADN) et l'acide ribonucléique (ARN).

Exemple : brin d'ADN à 3 nucléotides



## 6 Travaux dirigés

### Ex.1 : Nomenclature (\*\*\*)

Ecrire la formule semi développée ou topologique des composés suivants :

1. Ethanoate de butyle
2. acide formique
3. acide acétique
4. acétate
5. acétone
6. acide 3, 4-diméthyl pentanoïque
7. 3-hydroxy, 4-chloro hexan-2-one
8. acide benzoïque
9. benzoate
10. benzoate de méthyle

### Ex.2 : Microanalyse (\*\*\*)

1. Calculer la masse molaire et la composition centésimale massique de l'aspirine ( $C_9H_8O_4$ ) et de l'héroïne ( $C_{21}H_{23}NO_5$ ).

2. L'analyse quantitative d'un produit inconnu de masse molaire  $M = 101$  g/mol donne les résultats suivants :

$$\%C = 47,52$$

$$\%H = 6,93$$

$$\%N = 13,86$$

$$\%S = 31,68.$$

Connaissant les masses atomiques ( $C = 12$ ,  $H = 1$ ,  $N = 14$ ,  $S = 32$ ,  $O = 16$ ), donner la formule brute de ce produit inconnu.

### Ex.3 : Aspirine (\*\*\*)

On veut déterminer la formule brute de l'aspirine  $C_xH_yO_z$ . Pour cela on réalise la combustion de  $m_0=5,40$ mg d'un échantillon pur et on obtient  $m_1=11,88$ mg de  $CO_2$  et  $m_2=2,16$ mg de  $H_2O$ . (On donne  $M(C)=12g.mol^{-1}$ ,  $M(H)=1g.mol^{-1}$ ,  $M(O)=16g.mol^{-1}$ )

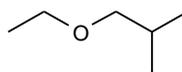
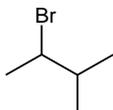
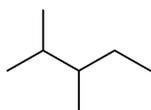
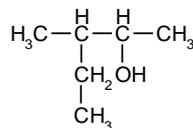
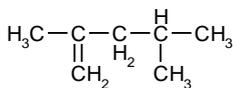
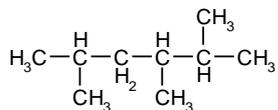
1. Déterminer les quantités (en mol.) d'atomes de C ( $n_C$ ) et H ( $n_H$ ) dans l'échantillon.
2. Calculer la quantité d'atomes de O ( $n_O$ ) dans l'échantillon.
3. Exprimer les rapports  $\frac{n_H}{n_C}$  et  $\frac{n_O}{n_H}$  sous la forme de fractions rationnelles les plus simples possible.
4. En déduire la formule brute de l'aspirine.

### Ex.4 : Recherche de formules développées

1. Composés de formule brute de type  $C_xH_y$  :
  - a) Une insaturation correspond à une paire d'hydrogène manquante qui permettrait d'obtenir un composé à chaîne ouverte saturé. Exprimer  $n_i$  (nombre d'insaturations) en fonction de X et Y.
  - b) Soit le composé de formule brute  $C_4H_8$ . Calculer le nombre d'insaturations. En déduire toutes les formules topologiques possibles.
2. Composés de formule brute de type  $C_xH_yCl_z$  :
  - a) Exprimer  $n_i$  en fonction de X, Y et Z.
  - b) On considère le composé de formule brute  $C_4H_7Cl$ . Calculer le nombre d'insaturations et en déduire toutes les formules topologiques possibles.

**Ex.5 : Nomenclature (\*\*\*)**

1. Donner le nom officiel des composés suivant :



2. Donner les formules semi-développées et topologiques des composés qui suivent:

3,4-diméthylpent-1-yne

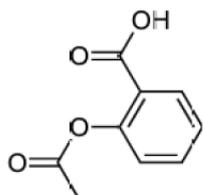
2-chloro-3-méthylpent-2-ène

2,3-diméthylcyclopentène

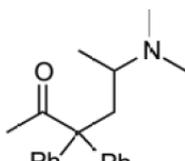
4-méthyl-1-propylcyclohex-1-ène

**Ex.6 : Groupes caractéristiques et classe fonctionnelle (\*\*\*)**

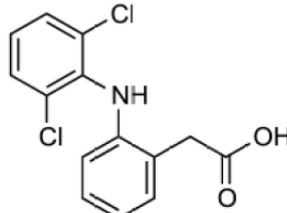
1) Préciser les fonctions chimiques que présentent les médicaments suivants :



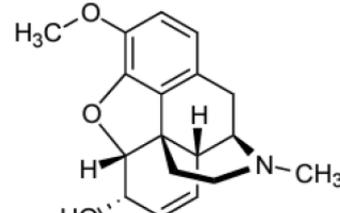
1. acide acétylsalicylique



2. méthadone



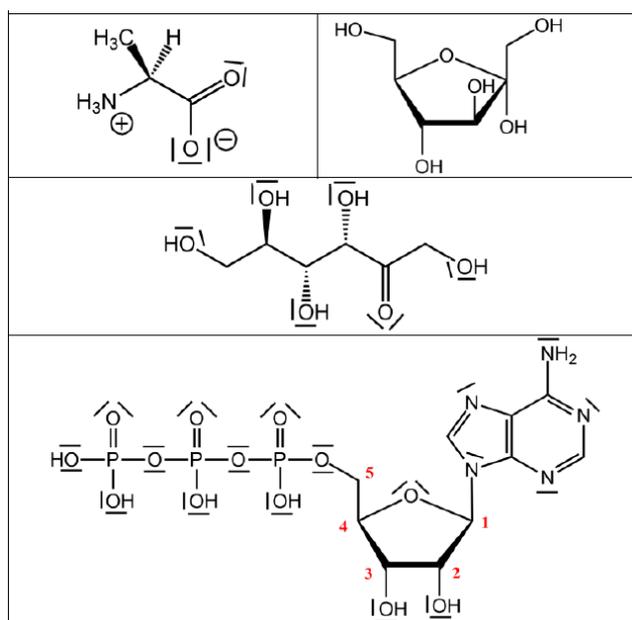
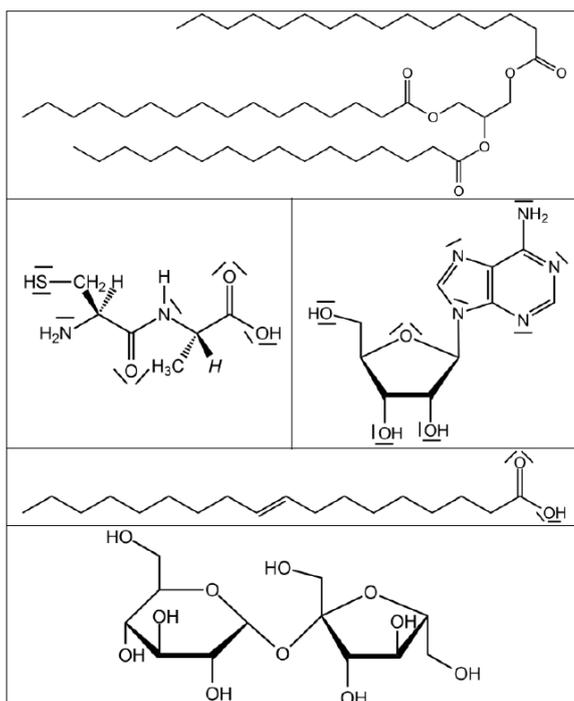
3. diclofénac



4. codéine

2) Identifier sur chaque molécule le(s) groupe(s) caractéristique(s), indiquer à quelle(s) classe(s)

fonctionnelle(s) elle appartient, ainsi que la famille biologique.

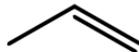
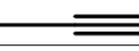


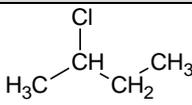
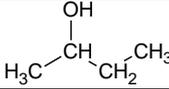
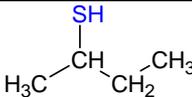
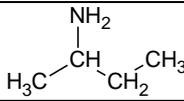
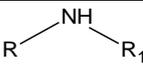
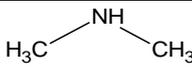
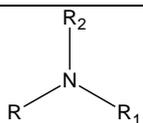
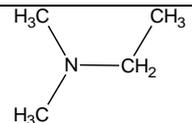
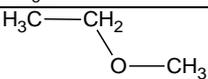
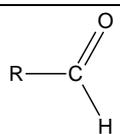
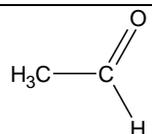
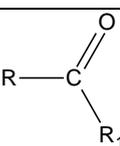
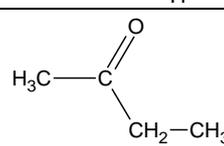
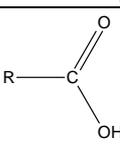
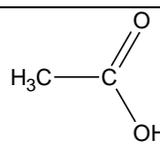
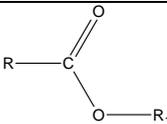
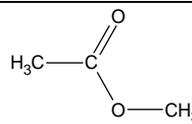
**Quelques indices :**

Ex3 : 1.  $n_C=2,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ .  $n_H=2,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ . 2.  $n_O=1,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ . 3.  $\frac{n_H}{n_C} = \frac{8}{9}$        $\frac{n_O}{n_H} = \frac{1}{2}$   
4. aspirine :  $C_9H_8O_4$

Ex.4 : 1. a)  $n_i = \frac{2 \cdot X + 2 - Y}{2}$       b)  $n_i=1$ , 5 isomères possibles  
2. a)  $n_i = \frac{2 \cdot X + 2 - Z - Y}{2}$       b)  $n_i=1$ , 10 isomères pour les chloroalcènes, 4 isomères pour les cycles...

## FORMULAIRE

Caractéristique	Nom de la classe de molécule	Exemple
uniquement des liaisons simples	<b>ALCANE</b>	Propane 
possèdent une ou plusieurs liaisons doubles	<b>ALCENE</b>	Propène 
possèdent une ou plusieurs liaisons triples	<b>ALCYNE</b>	Propyne 

FONCTION ORGANIQUE	NOM DU GROUPE CARACTERISTIQUE	FORMULE	EXEMPLE	
Halogéno-alcane ou dérivé halogéné	Halogéno (Fluoro, bromo, etc...)	$R-X$		2-chlorobutane
Alcool	hydroxyle	$R-OH$		Butan-2-ol
thiol	sulfhydryl e	$R-SH$		Butan-2-thiol
Amine primaire	Amino	$R-NH_2$		2-aminobutane
Amine secondaire				N-diméthylamine
Amine tertiaire				N,N-diméthyléthylamine
Ether-oxyde	alcoxy	$R-O-R_1$		méthoxyéthane
aldéhyde	Carbonyle			éthanal
cétone				butan-2-one
Acide carboxylique	carboxyle			Acide éthanoïque
Ester				Ethanoate de méthyle

FONCTION ORGANIQUE	FORMULE	FONCTION ORGANIQUE	FORMULE
Chlorure d'acyle		Hemiacétal et hémicétal	
Amide		Acétal et Cétal	
Anhydride d'acide		Ester phosphorique	
nitrile	$R-C\equiv N$	Anhydride phosphorique	

	ALCANE	ALKYLE
	S'il forme la chaîne principale <b>NOM + ane</b>	S'il forme un groupement ou ramification : <b>NOM + yle</b>
CH <sub>4</sub>	<b>méth</b> méthane	<b>méthyl(e)</b>
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	<b>éth</b> éthane	<b>éthyl(e)</b>
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	<b>prop</b> propane	<b>propyl(e)</b>
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	<b>but</b> butane	<b>butyl(e)</b>
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	<b>pent</b> pentane	<b>pentyl(e)</b>
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	<b>hex</b> hexane	<b>hexyl(e)</b>
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	<b>hept</b> heptane	<b>heptyl(e)</b>
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	<b>Oct</b> octane	<b>octyl(e)</b>
C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	<b>Non</b> nonane	<b>nonyl(e)</b>
C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	<b>Déc</b> décane	<b>décyl(e)</b>

Fonction	Suffixe si la fonction est prioritaire	Préfixe si la fonction n'est pas prioritaire
ACIDE CARBOXYLIQUE	acide ...-oïque	carboxy- (*)
ANHYDRIDE D'ACIDE	anhydride ...-oïque	
ESTER	...-oate d'alkyle	alkyloxycarbonyl- (*)
AMIDE	...-amide	carbamoyl- (*)
NITRILE	...-nitrile	cyano- (*)
ALDEHYDE	...-al	oxo-
CETONE	...-one	oxo-
ALCOOL	...-ol	hydroxy-
THIOL	...-thiol	mercapto
AMINE	...-amine	amino-
ETHEROXYDE		alcoxy-

**Calcul du nombre d'insaturation d'une molécule à partir de la formule brute :**

Notons :  $n^{IV}$  le nombre d'atomes de valence 4 que contient la molécule  
 $n^{III}$  le nombre d'atomes de valence 3 que contient la molécule, etc...

Nous retiendrons : 
$$NI = \frac{2.n^{IV} + 2 + n^{III} - n^I}{2}$$

<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>I</b>
			<b>H</b>
C	N	O	F
Si	P	S	Cl
			Br
			I