

# Cours 1 : NOMENCLATURE en CHIMIE ORGANIQUE

## Table des matières

<b>1 Pourquoi une nomenclature systématique ?</b>	<b>2</b>
1.1 Qu'est ce que la Nomenclature . . . . .	2
1.2 Philosophie de la Nomenclature en Chimie Organique : . . . . .	2
<b>2 Nomenclature Systématique :</b>	<b>3</b>
2.1 Description de la chaîne carbonée : . . . . .	3
2.1.1 Les Alcanes : . . . . .	3
Alcanes linéaires . . . . .	3
Alcanes cycliques . . . . .	3
Alcanes ramifiés . . . . .	3
Exercice : . . . . .	4
2.1.2 Les Alcènes : . . . . .	4
Exercice : . . . . .	4
2.2 Description des chaînes carbonées fonctionnalisées : . . . . .	4
2.2.1 Fonctions Chimiques Courantes : . . . . .	4
2.2.2 Alcools : . . . . .	5
Exercice : . . . . .	5
2.2.3 Amines : . . . . .	5
Amines Primaires . . . . .	5
Exercice : . . . . .	5
Amines Secondaires et Tertiaires . . . . .	6
Exercice : . . . . .	6
2.2.4 Carbonyles : . . . . .	6
Exercice : . . . . .	6
Exercice : . . . . .	6
2.2.5 Acides Carboxyliques : . . . . .	7
2.2.6 Dérivés d'Acides : . . . . .	7
2.3 Règles de priorités entre fonctions : . . . . .	9

# 1 Pourquoi une nomenclature systématique ?

## 1.1 Qu'est ce que la Nomenclature

Pour pouvoir discuter de manière non ambiguë les chimistes ont du se mettre d'accord sur une manière de décrire les molécules et les réactions chimiques de façon unique. De même manière que l'Académie Française fixe les règles de grammaire, c'est IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) qui donne les règles de nomenclature des molécules avec lesquelles nous travaillerons, bien que de nombreuses autres appellations soient aussi utilisées notamment les noms commerciaux des molécules pharmaceutiques (figure1).

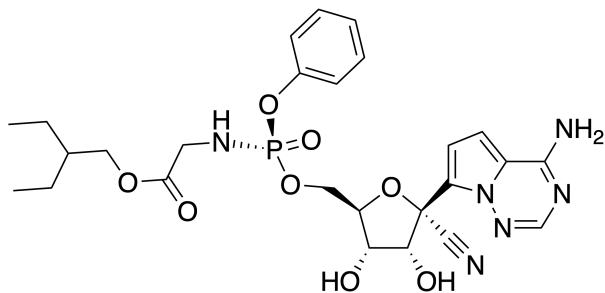


FIGURE 1 – Remdesivir (nom commercial) ou 2-éthylbutyl ((S)-((2R,3S,4R,5R)-5-(4-aminopyrrolo[2,1-f][1,2,4]triazin-7-yl)-5-cyano-3,4-dihydroxytetrahydrofuran-2-yl)methoxy)(phenoxy)phosphoryl)glycinate (en nomenclature systématique)... la nomenclature systématique de molécules complexes ne vous sera jamais demandée, à partir d'une certaine taille on dessinera les molécules pour plus de clarté.

Pour une nomenclature donnée nous verrons ensuite les différentes représentations possibles d'une molécule.

## 1.2 Philosophie de la Nomenclature en Chimie Organique :

La chimie organique est, par opposition à la chimie inorganique, la chimie du carbone et de l'hydrogène. Le grand défi du chimiste de synthèse aujourd'hui est de construire un squelette carboné complexe puis de le fonctionnaliser en fonction des propriétés moléculaires recherchées. Dans cette optique la nomenclature systématique donne :

- La forme du squelette carboné
- Le type de fonctions chimiques autour de ce squelette
- La position de ces fonctions chimiques sur ce squelette

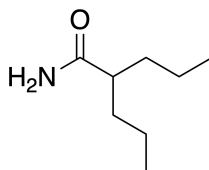


FIGURE 2 – Valpromide (nom commercial) ou 2-propyl-pentamide (en nomenclature systématique)

## 2 Nomenclature Systématique :

### 2.1 Description de la chaîne carbonée :

#### 2.1.1 Les Alcanes :

##### Alcanes linéaires

Les **alcanes** sont des hydrocarbures saturés à chaîne linéaire ou ramifiée de formule brute  $C_nH_{2n+2}$ . Leur nom est formé d'un préfixe indiquant le nombre de carbone suivi de la terminaison **-ane** (tableau 1). Ils étaient appelés paraffines (latin : *parum affinis* : « qui a peu d'affinité », en raison de leur faible réactivité) ou composés aliphatiques (grec : *aleiphatos* : « matière grasse »). Ils sont très abondants dans la nature sous forme de pétrole ou de gaz naturels.

$CH_4$ : méthane	$C_2H_6$ : éthane	$C_3H_8$ : propane	$C_4H_{10}$ : butane
$C_5H_{12}$ : pentane	$C_6H_{14}$ : hexane	$C_7H_{16}$ : heptane	$C_8H_{18}$ : octane
$C_9H_{20}$ : nonane	$C_{10}H_{22}$ : décane	$C_{11}H_{24}$ : undécane	$C_{12}H_{26}$ : dodécane

TABLE 1 – Alcanes linéaires ayant des chaînes carbonées de 1 à 12 carbones

##### Alcanes cycliques

Il existe aussi des cycloalcanes de formule brute  $C_nH_{2(n+1-p)}$ , où  $p$  est le nombre de cycle (ex : cyclohexane  $C_6H_{12}$ ).

##### Alcanes ramifiés

Les groupements latéraux (souvent notés  $-R$ ) qui sont des chaînes carbonées saturées ( $-R = -C_nH_{2n+1}$ ) sont nommés alkyles. Les ramifications alkyles les plus fréquemment rencontrées sont représentées tableau 2.

1 carbone ( $CH_3$ )	2 carbones ( $C_2H_5$ )	3 carbones ( $C_3H_7$ )	4 carbones ( $C_4H_9$ )
$-CH_3$ méthyle	$-CH_2-CH_3$ éthyle	propyle $-CH_2-CH_2-CH_3$	$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ butyle $-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ isobutyle
		$-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ isopropyle	$-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ sec-butyle $-C(CH_3)_3$ tert-butyle

TABLE 2 – ramifications alkyles courantes (chaînes latérales entre 1 et 4 carbones)

#### Méthode de nomenclature :

- Trouver la **plus longue chaîne carbonée** : le nombre de carbone détermine le **nom de l'alcane**.
- Identifier les **groupements alkyles substituants** de cette chaîne. On numérote la chaîne principale pour que le numéro du carbone portant la première ramification soit le plus petit possible. En cas d'égalité on choisi la numérotation de manière à ce que la chaîne prioritaire ait le plus petit numéro.
- Placer les **noms des substituants par ordre alphabétique** avant le nom de la chaîne principale précédés de l'indice de position (ce classement ne tient pas compte des préfixes non liés comme sec-, mais tient compte des préfixes liés comme iso). Si on rencontre deux fois le même substituant, on rajoute le préfixe di (ou tri pour trois fois) devant le nom de l'alkyle, le préfixe di ou tri ne rentre pas dans le classement par ordre alphabétique.
- Rajout : on élude le 'e' des chaînes alkyles, on sépare les différents indices lorsqu'il y a plusieurs fois le même groupement par des virgules et on lie les différents groupements par des tirets.

**Exercice :** Nommer les alcanes suivants en nomenclature systématique.



### 2.1.2 Les Alcènes :

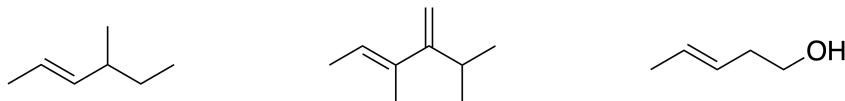
Les alcènes sont des hydrocarbures insaturés non cycliques possédant une double liaison  $C = C$  et de formule brute  $C_nH_{2n}$ .

On s'intéressera également aux composés éthyléniques qui possèdent une ou plusieurs doubles liaisons  $C = C$ , des cycles et éventuellement des fonctions organiques. (Attention, les cycloalcanes à un cycle possèdent aussi une formule brute  $C_nH_{2n}$  !)

#### Méthode de Nomenclature :

- Trouver la chaîne la plus longue qui **contient la double liaison ou le maximum de doubles liaisons** : le nombre de carbones donne le nom de l'alcène avec une terminaison  $-p-ène$  où  $p$  est l'indice du premier carbone portant la double liaison,  $p$  étant le plus bas possible.
- On peut placer la dénomination ( $E$ ) ou ( $Z$ ) devant le nom de l'alcène pour indiquer la configuration de la double liaison.
- Si d'autres fonctions sont présentes, la numérotation du squelette dépend de l'ordre de priorité entre fonctions ( $-OH$  prioritaire devant  $C = C$ ).

**Exercice :** Nommer les alcènes suivants en nomenclature systématique.



## 2.2 Description des chaînes carbonées fonctionnalisées :

### 2.2.1 Fonctions Chimiques Courantes :

### 2.2.2 Alcools :

Les alcools les plus simples sont des hydrocarbures où un atome d'hydrogène H a été remplacé par un groupe **hydroxy**  $-OH$  lié à un carbone tétragonal et ayant pour formule brute  $C_nH_{2n+1}OH$  ( $ROH$ ).

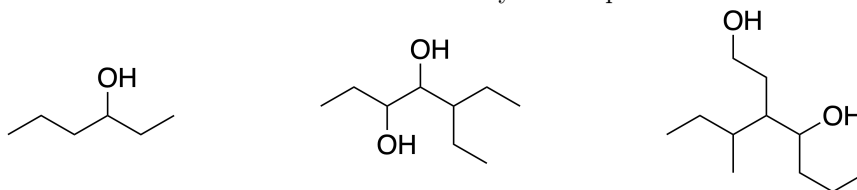
Si  $-OH$  se situe dans la chaîne principale, on les nomme comme des *alcan - p - ol* où  $p$  indique la position de la fonction alcool sur la chaîne principale de façon à ce qu'elle soit la plus basse possible.

Si  $-OH$  se situe dans une chaîne latérale ou s'il n'est pas le groupement principal, il est désigné comme un substituant sous le nom de **hydroxy**.

#### Méthode de Nomenclature :

- Trouver la chaîne la plus longue qui **contient l'alcool ou le maximum de groupes OH** : le nombre de carbones donne le nom de l'alcène avec une terminaison  $-p - ol$  où  $p$  est l'indice du premier carbone portant le groupe OH,  $p$  étant le plus bas possible.
- Si d'autres fonctions sont présentes, la numérotation du squelette dépend de l'ordre de priorité entre fonctions ( $C = O$  prioritaire devant  $-OH$ ).

**Exercice :** Nommer les alcools suivants en nomenclature systématique.



Selon la classe du carbone portant le groupe  $-OH$ , il existe des alcools primaires ( $RCH_2OH$ ), secondaires ( $R_2CHOH$ ) et tertiaires ( $R_3COH$ ).

### 2.2.3 Amines :

Les amines sont des dérivés de l'ammoniac  $NH_3$  dans lequel un, deux ou trois atomes d'hydrogène ont été remplacés par des substituants alkyles. On distingue différentes classes d'amines (qui dépendent du degré de substitution de l'azote) :

La nomenclature dépend de la classe de l'amine (tableau 3).

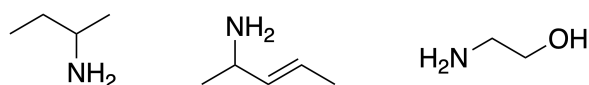
amine primaire	amine secondaire	amine tertiaire	sel d'ammonium quaternaire
$-NH_2$	$-NH$	$-N$	$-N^{\oplus}$

TABLE 3 – la classe des amines dépend du nombre de liaisons  $C - N$

#### Amines Primaires

Si le groupe  $NH_2$  est le groupe prioritaire, on les nomme en tant qu'*alcan - p - amines* où  $p$  indique la position de la fonction amine sur la chaîne principale de façon à ce qu'elle soit la plus basse possible. Sinon, le groupe  $NH_2$  est traité comme un substituant nommé amino (ordre de priorité :  $OH > NH_2 > C = C$ ).

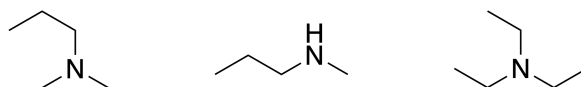
**Exercice :** Nommer les amines suivantes en nomenclature systématique.



### Amines Secondaires et Tertiaires

Si l'amine est symétrique : on les nomme en tant que polyalkylamines. Sinon, le substituant alkyle le plus important de l'azote est choisi pour former le nom de l'alcanamine et les autres groupes sont nommés en tant que substituants à la suite de la lettre N.

**Exercice :** Nommer les amines suivantes en nomenclature systématique.



### 2.2.4 Carbonyles :

Les dérivés carbonylés présentent un groupement carbonyle divalent  $C = O$ . Il existe deux types de dérivés carbonylés selon l'environnement autour de  $C = O$  (tableau 4).

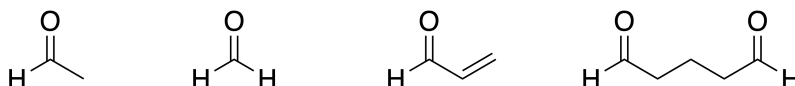
aldéhydes	cétones
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{R}_2 \end{array}$

TABLE 4 – aldéhydes et cétones

### Méthode de Nomenclature :

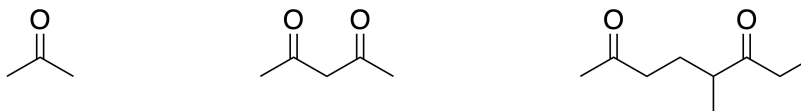
- **Aldéhyde** : nom de l'alcane correspondant avec le suffixe *al* : *alcanal* (forcément en bout de chaîne donc avec l'indice 1) (fonction prioritaire par rapport aux groupements  $OH$ ,  $NH_2$ ,  $C = C$  et par rapport aux cétones). Si elle n'est pas prioritaire (par rapport à  $COOH$  par ex.), le groupe  $CHO$  est nommé en tant que substituant **formyl**.

**Exercice :** Nommer les composés suivants en nomenclature systématique.



- **Cétone** : nom de l'alcane correspondant avec le suffixe *one* et l'indice de position  $p$  sur la chaîne principale : *alcan - p - one*. Si le groupe n'est pas prioritaire, il est nommé en tant que substituant **oxo**.

**Exercice :** Nommer les composés suivants en nomenclature systématique.



**2.2.5 Acides Carboxyliques :**

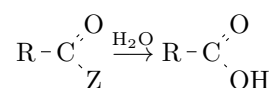
Les acides carboxyliques sont des composés de formule générale  $RCOOH$  et nommés acides alcanoïques (fonction prioritaire : le carbone fonctionnel porte le numéro 1 qui n'est pas mentionné).

**Exemples :**

- $HCOOH$  : acide formique (fourmis) = acide méthanoïque
- $CH_3COOH$  : acide acétique (vinaigre) = acide éthanoïque
- $CH_3CH_2CH_2COOH$  : acide butyrique (odeur de beurre rance) = acide butanoïque
- $CH_3(CH_2)_4COOH$  : acide caproïque (odeur de chèvre) = acide hexanoïque

**2.2.6 Dérivés d'Acides :**

On appelle dérivés d'acide  $RCOZ$  les composés qui redonnent un acide carboxylique par hydrolyse :



Les chlorures d'acyle ( $Z = Cl$ ) et les anhydrides d'acide ( $Z = OCOR$ ) sont des produits de synthèse. Les amides ( $Z = NHR$  ou  $NR_2$ ) et les esters ( $Z = OR$ ) sont nombreux à l'état naturel (protéines et composés odorants dans les fruits) et sont utilisés dans l'industrie cosmétique (parfums), pharmaceutique ou agroalimentaire (aspartame figure 3). Une cinquième classe de dérivés d'acides regroupe les nitriles de formule générale  $RCN$ .

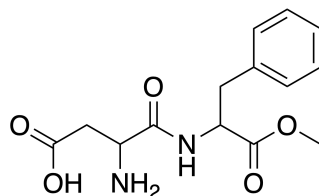


FIGURE 3 – l'Aspartame contient trois fonctions dérivés d'acides : acide carboxylique, amide et ester.

Dérivés d'acide	Formule	Type de nomenclature	Exemple
Chlorures d'acides ou chlorure d'acyles		Chlorure d'alcanoyle	Chlorure d'éthanoyle
Anhydrides d'acides		anhydride alcanoïque	anhydride éthanoïque (anhydride acétique)
		anhydride alcanoïque alcanoïque	anhydride éthanoïque propanoïque
Esters		alcanoate d'alkyle	éthanoate de 3-méthylbutyle (odeur de banane)
			acide acétylsalicylique
Amide		alcanamide	2-méthyl propanamide
		<i>N</i> -alkylalcanamide	<i>N</i> -éthyl éthanamide
		<i>N</i> -alkyl, <i>N</i> -alkylalcanamide	<i>N</i> -éthyl, <i>N</i> -méthyl-2-méthyl-4-phényl butanamide
Nitrile	$R \equiv N$	alcanenitrile	2-méthyl propanenitrile

TABLE 5 – Nomenclature des dérivés d'acides



### 2.3 Règles de priorités entre fonctions :

Il arrive qu'une molécule organique possède plusieurs fonctions ou des ramifications, il existe un ordre de priorité. Il faut cependant nommer les fonctions moins prioritaires présentes dans la molécule, c'est pourquoi il existe un nom secondaire.

Priorité	Nom	Formule	Suffixe (lorsque prioritaire)	Péfixe (lorsque secondaire)
1	Acide carboxylique	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{matrix}$	acide -oïque	carboxy-
2	Ester	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \diagup \\ \text{OR}' \end{matrix}$	(R) -oate	(R)-oxycarbonyl
3	Halogénure d'acyle	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \diagup \\ \text{Cl} \end{matrix}$	halogénure -oyle	halocarbonyl-
4	Amide	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \diagup \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$	alcanamide	carbamoyl-
5	Nitrile	$\text{R}-\text{CN}$	-nitrile	cyano-
6	Aldéhyde	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \diagup \\ \text{H} \end{matrix}$	-al	oxo-
7	Cétone	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \diagup \\ \text{R}' \end{matrix}$	-one	oxo-
8	Alcool	$\text{R}-\text{OH}$	-ol	hydroxy-
9	Amine	$\text{R}-\text{NH}_2$	-amine	amino-
10	Éther	$\text{R}-\text{O}-\text{R}'$	—	(R)-oxy-
11	Alcène	$\begin{matrix} \text{R}_1 & & \text{R}_3 \\ & \text{C}=\text{C} & \\ \text{R}_2 & & \text{R}_4 \end{matrix}$	-ène	—
12	Alcyne	$\text{R}_1-\text{C}\equiv\text{C}-\text{R}_2$	-yne	—
13	Halogénures d'alkyle	$\text{R}-\text{X}, \text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br} \text{ ou } \text{I}$	—	halogeno-