

PASS

LICENCE SANTÉ

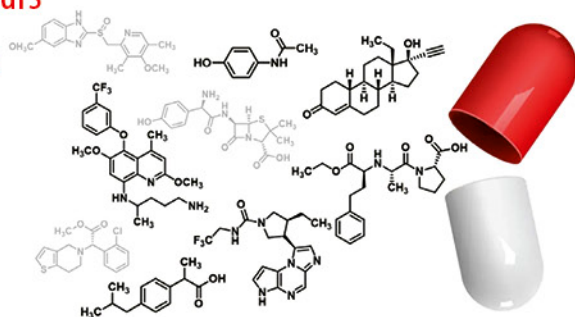


**PASS
LAS**

Chimie organique

L'essentiel

- ▶ Programme de chimie organique des études de santé et du premier cycle universitaire
- ▶ Cours et fiches résumées en couleurs
- ▶ Nombreux exemples de la chimie des médicaments et de la chimie industrielle



Pr. Jean Guillon
Pr. Pascal Sonnet
Dr. Stéphane Moreau
Dr. Luisa Ronga



PASS

LICENCE SANTÉ



Chimie organique

L'essentiel

Pr. Jean **Guillon**
Pr. Pascal **Sonnet**
Dr. Stéphane **Moreau**
Dr. Luisa **Ronga**



**Retrouvez tous les titres de la collection « PASS – Licence santé »
sur <http://www.editions-ellipses.fr>**



ISBN 9782340-114401

Dépôt légal : mars 2026

©Ellipses Édition Marketing S.A.
8/10 rue la Quintinie 75015 Paris



Le Code de la propriété intellectuelle et artistique n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

www.editions-ellipses.fr

Préambule

Cet ouvrage est destiné plus particulièrement aux étudiants qui suivent la première année du Parcours d'Accès Spécifique Santé (PASS) et les Licences Accès Santé (LAS), mais également aux étudiants des premières années de Licence en Sciences de la Vie, Chimie, Sciences & Techniques, des classes préparatoires, de CAPES, de BTS, de BUT et de DEUST de préparateurs(rices) en pharmacie.

Afin d'optimiser l'apprentissage et la compréhension, nous avons opté pour une approche sous forme d'un cours synthétique et schématique. Ce format permet d'aller directement à l'essentiel, en mettant en avant les notions fondamentales de la chimie organique de manière structurée et accessible. Chaque chapitre de cours présente de façon claire et concise les concepts clés, en s'appuyant sur des schémas explicatifs simples en couleur, des tableaux récapitulatifs, des photos et des encadrés mettant en lumière les points fondamentaux à retenir. Cette approche par l'image, accompagnée d'un texte résumant les éléments principaux abordés, permet de favoriser une mémorisation plus efficace et une révision rapide. Il offre ainsi un support pédagogique adapté aux besoins des étudiants, qu'ils soient en phase d'apprentissage ou de révision intensive.

Les bases de la chimie organique ainsi que l'intégralité du programme de chimie organique des études de santé sont illustrées de nombreux exemples de molécules bioactives et de composés issus des industries pharmaceutiques, chimiques, agro-alimentaires et cosmétiques. Le principe actif ou substance active est la molécule du médicament qui lui confère ses propriétés curatives ou préventives. Dans les exemples choisis pour illustrer l'importance de la chimie organique dans l'obtention des médicaments mis à disposition des cliniciens, les auteurs ont volontairement utilisé le terme « médicament » pour désigner le principe actif responsable de l'effet thérapeutique. La chimie organique joue un rôle fondamental dans la compréhension des mécanismes biochimiques. En effet, les réactions chimiques qui régissent le métabolisme, la biosynthèse des macromolécules ou encore les interactions entre biomolécules reposent sur des principes de chimie organique. Une bonne maîtrise de ces notions permet ainsi d'aborder plus aisément des

disciplines comme la biochimie, la pharmacologie ou encore la biologie moléculaire. En mettant en évidence ces liens, cet ouvrage aide les étudiants à mieux appréhender la relation entre la structure des molécules organiques et leur réactivité au sein des systèmes biologiques. Cette approche pragmatique vise à rendre les notions plus tangibles et applicables dans divers contextes professionnels et académiques.

Ce livre constitue ainsi une ressource incontournable pour tout étudiant en études de santé et du premier cycle universitaire souhaitant approfondir et maîtriser la chimie organique.

Nous espérons que cet ouvrage apportera à chaque lecteur une aide précieuse pour apprendre, s'entraîner, progresser et tester ses connaissances efficacement.

Jean GUILLON

« La chimie est à la biologie ce que le solfège est à la musique »

Pierre Potier (1934-2006) / Pharmacien-Chimiste

« La chimie n'est pas la servante de la médecine : elle en est la meilleure et la plus réputée des maîtresses ! »

Louis-Camille Maillard (1878-1936) / Médecin-Chimiste

Table des matières

CHIMIE ORGANIQUE : HISTORIQUE & SCIENCES MEDICALES ... 11

1 NOMENCLATURE CHIMIQUE 12

1-1 Introduction..... 12

1-1-1 Chimie Organique - Rappels – Conventions..... 12

1-1-2 Isomérisation / Nomenclature 13

1-2 Les différents types de noms 14

1-3 La nomenclature IUPAC 16

1-3-1 Définition et conventions..... 16

1-3-2 Quelques exemples..... 25

1-3-3 Exercices 26

2 ISOMERIE / STEREOISOMERIE 35

2-1 Isomérisation plane (Définition / Rappel) 35

2-1-1 Isomérisation de fonction 35

2-1-2 Isomérisation de position 36

2-1-3 Isomérisation de squelette (ou de chaîne)..... 37

2-2 Représentation spatiale des molécules..... 37

2-2-1 Représentation en perspective 37

2-2-2 Projection de Cram..... 38

2-2-3 Projection cavalière 38

2-2-4 Projection ou représentation de Newman..... 38

2-2-5 Projection ou représentation de Fischer..... 40

2-3 Stéréoisomérisation (ou isomérisation « stérique ») 41

2-3-1 Isomérisation de Conformation..... 41

2-3-2 Isomérisation de Configuration..... 43

3 LES PROPRIETES ELECTRONIQUES DES LIAISONS CHIMIQUES 65

3-1 Rappels / Conventions d'écriture..... 65

3-2 Les propriétés électroniques des liaisons chimiques..... 68

3-2-1 Rappel sur les liaisons chimiques..... 68

3-2-2 Polarisation d'une liaison covalente..... 69

3-2-3 Liaison covalente et Réactivité / Effets électroniques..... 71

4 LES REACTIFS ET REACTIONS EN CHIMIE ORGANIQUE.....	87
4-1 Rupture des liaisons.....	87
4-1-1 Rupture homolytique (ou homolyse).....	87
4-1-2 Rupture hétérolytique (ou hétérolyse).....	87
4-1-3 Intermédiaires réactionnels.....	87
4-2 Espèces réactionnelles.....	90
4-2-1 Réactifs / Fonctions électrophiles	91
4-2-2 Réactifs / Fonctions nucléophiles	91
4-3 Les différents types de réactions en chimie organique	92
4-3-1 Réactions d'Addition	92
4-3-2 Réactions de Substitution	94
4-3-3 Réactions d'Elimination	98
4-3-4 Réactions de réarrangement (ou de transposition).....	99
4-3-5 Réactions d'Oxydation.....	101
4-3-6 Réactions de Réduction	101
5 LES ALCENES	103
5-1 Définition / Structure	103
5-2 Hybridation.....	107
5-3 Stabilité.....	108
5-4 Réactivité des alcènes.....	109
5-5 Réactions d'additions	110
5-5-1 Introduction : Déroulement stéréochimique de la réaction	110
5-5-2 Hydrogénation catalytique	110
5-5-3 Additions Electrophiles.....	113
5-5-4 Réactions radicalaires.....	121
5-5-5 Réactions d'oxydation.....	124
5-5-6 Réaction d'hydroboration.....	132
6 LES ALCYNES	136
6-1 Définition / Structure	136
6-2 Hybridation.....	138
6-3 Réactivité des alcynes.....	139
6-3-1 Réactivité de la triple liaison $C\equiv C$	139
6-3-2 Réactivité de l'hydrogène terminal des alcynes vrais $R-C\equiv CH$	140
6-4 Réactions d'additions	142
6-4-1 Introduction : Déroulement stéréochimique de la réaction	142
6-4-2 Hydrogénations (réactions de Réduction).....	142
6-4-3 Réactions d'Addition Electrophile des alcynes.....	146

6-5 Réactions d'oxydation des alcynes.....	152
6-5-1 Ozonolyse.....	152
7 LES ALCOOLS	154
7-1 Définition / Structure	154
7-2 Propriétés physiques.....	156
7-3 Propriétés chimiques.....	157
7-3-1 Potentialités réactives	157
7-3-2 Polarisation de la liaison C-O	158
7-3-3 Polarisation de la liaison O-H.....	171
7-3-4 Réactions dues au caractère nucléophile de l'O.....	174
7-3-5 Réactions d'oxydation des alcools.....	181
8 LES AMINES.....	186
8-1 Définition / Structure	186
8-2 Propriétés physiques.....	190
8-3 Propriétés chimiques.....	191
8-3-1 Potentialités réactives	191
8-3-2 Propriétés basiques.....	191
8-3-3 Réactions dues au caractère nucléophile de l'azote N	195
8-3-4 Polarisation de la liaison N-H.....	209
9 LES DERIVES HALOGENES	211
9-1 Définition / Structure	211
9-2 Propriétés physiques.....	215
9-3 Propriétés chimiques.....	215
9-3-1 Réactivité des dérivés halogénés.....	215
9-3-2 Potentialités réactives	216
9-3-3 Réactivité comparée des liaisons C-X.....	217
9-3-4 Relation Structure-Réactivité	218
9-3-5 Réactions de Substitution Nucléophile (S_N).....	220
9-3-6 Réactions d'Elimination	231
9-3-7 Compétition S_N / E	241
9-3-8 Formation d'Organométalliques : Cas des organo-magnésiens.....	244
10 LE BENZENE ET LES DERIVES AROMATIQUES	257
10-1 Définition / Structure	257
10-2 Le Benzène.....	258
10-2-1 Structure du Benzène.....	258
10-2-2 Stabilité du Benzène	259

10-3 Les composés aromatiques.....	260
10-4 Réactivité du benzène.....	261
10-4-1 Réactions de Substitution Electrophile Aromatique (S _E Ar).....	261
10-4-2 Halogénéation du benzène.....	262
10-4-3 Nitration du benzène.....	265
10-4-4 Sulfonation du benzène.....	268
10-4-5 Alkylation du benzène de Friedel-Crafts.....	271
10-4-6 Acylation du benzène de Friedel-Crafts.....	276
10-5 Réactivité des benzènes substitués lors de Substitutions Electrophiles.....	279
10-5-1 Introduction.....	279
10-5-2 Régiosélectivité.....	280
10-5-3 Résumé.....	289
10-5-4 Comparaisons SE ortho / para.....	290
10-5-5 S _E Ar sur aromatique polysubstitué.....	292
10-6 Autres composés aromatiques.....	294
10-6-1 Les phénols.....	294
10-6-2 Les amines aromatiques.....	301
11 LES DERIVES CARBONYLES : ALDEHYDES – CETONES	312
11-1 Définition / Structure	312
11-2 Propriétés physiques.....	315
11-3 Propriétés chimiques.....	316
11-3-1 Caractéristiques structurales.....	316
11-3-2 Potentialités réactives	316
11-3-3 Additions Nucléophiles sur la fonction C=O.....	317
11-3-4 Réactions d'oxydation.....	325
11-3-5 Réactions de réduction.....	326
11-3-6 Réactions dues à la mobilité de l'hydrogène porté par le carbone en α du groupement carbonyle.....	329
12 LES ACIDES CARBOXYLIQUES ET LEURS DERIVES.....	334
12-1 Définition / Structure.....	334
12-2 Propriétés physiques.....	337
12-3 Propriétés chimiques.....	338
12-3-1 Caractéristiques structurales.....	338
12-3-2 Potentialités réactives	338
12-4 Les dérivés d'acides carboxyliques.....	351
12-4-1 Définition / Structure.....	351
12-4-2 Propriétés chimiques / Réactivité	352

12-5 Les acides gras.....	365
12-5-1 Définition / Structure.....	365
12-5-2 Les acides gras saturés	365
12-5-3 Les acides gras insaturés	367
12-5-4 Propriétés physico-chimiques des acides gras	369
12-5-5 Réactivité chimique des acides gras	370
13 LES ACIDES AMINES	373
13-1 Définition / Structure	373
13-2 Classification	373
13-3 Stéréochimie / Configuration.....	377
13-4 Caractère amphotère des amino-acides.....	379
13-5 Réactivité chimique des acides aminés.....	382
13-5-1 Propriétés liées au (-COOH)	382
13-5-2 Propriétés liées au (-NH ₂).....	387
13-5-3 Propriétés liées aux chaînes latérales	389
14 LES OSES	392
14-1 Définition / Structure / Rôle biologique	392
14-2 Classification des oses.....	393
14-3 Les monosaccharides (oses simples).....	393
14-3-1 Formule générale & Nomenclature	393
14-3-2 Convention d'écriture & Isométrie.....	394
14-3-3 Structure cyclique des oses.....	400
14-3-4 Mutarotation du glucose.....	407
14-3-5 Réactivité chimique des monosaccharides.....	408
14-4 Les oligosaccharides ($2 \leq \text{oligosides} \leq 10$ unités)	414
14-4-1 Définition	414
14-4-2 Liaison glycosidique	414
14-5 Les hétérosides.....	416
14-6 Les médicaments « osidiques »	417

15 FICHES DE REVISION / REACTIVITE.....	419
<i>15-1 Les alcènes.....</i>	<i>419</i>
<i>15-2 Les alcynes.....</i>	<i>420</i>
<i>15-3 Les alcools</i>	<i>422</i>
<i>15-4 Les amines</i>	<i>423</i>
<i>15-5 Les dérivés halogénés.....</i>	<i>424</i>
<i>15-6 Le benzène et les dérivés aromatiques</i>	<i>425</i>
<i>15-7 Les dérivés carbonylés : Aldéhydes – Cétones.....</i>	<i>428</i>
<i>15-8 Les acides carboxyliques et leurs dérivés</i>	<i>429</i>
<i>15-9 Les acides aminés</i>	<i>430</i>
<i>15-10 Les oses</i>	<i>431</i>

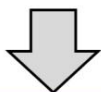
CHIMIE ORGANIQUE : HISTORIQUE & SCIENCES MEDICALES

1808 : Le chimiste suédois *Jöns Jacob Berzelius* propose d'appeler « **Chimie organique** » **ce qui relève de** la chimie des êtres vivants, c'est-à-dire de ce que l'on appelait souvent à l'époque « les corps organisés » par rapport au monde végétal ou animal.



- **Cibles thérapeutiques et médicaments.**

↳ ~ **70 à 80% des Médicaments commercialisés** (1981-2025), qu'ils soient synthétiques, hémi-synthétiques ou d'origine naturelle, sont des entités chimiques issues de la recherche dans le domaine de la *chimie organique*.



C, H, O, N, S *etc.*



- **Imagerie, analyse et diagnostic.**
- **Mécanismes biochimiques.**
- **Molécules et matériaux d'intérêt médical, etc.**

1 NOMENCLATURE CHIMIQUE

Objectifs :

- ☑ Connaître et s'approprier les règles de nomenclature des molécules en chimie organique fixées par l'IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry).
- ☑ Nommer une molécule à partir de sa formule semi-développée ou topologique.
- ☑ Donner la formule semi-développée ou topologique d'une molécule à partir de son nom systématique.

1-1 Introduction

1-1-1 Chimie Organique - Rappels – Conventions

1 molécule précise

Différentes formules possibles :

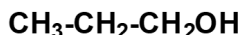
On prend en considération :

- **Formule brute :** C_3H_8O

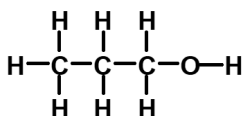
(atomes + nombre)

- **Formule condensée ou semi-développée :**

(développement
autour des C)



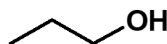
- **Formule développée :**



(toutes les liaisons)

- **Formule abrégée ou**

Représentation topologique :



(squelette carboné
+ groupements fonctionnels)

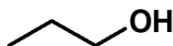
1-1-2 Isomérisie / Nomenclature

1 même formule brute

Plusieurs possibilités de structures ⇨ notion d'**isomérisie** :

On appelle isomères des composés chimiques ayant même formule brute mais des formules développées différentes.

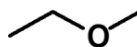
→ *exemple :* C_3H_8O



alcool I^{aire}



alcool II^{aire}



éther



nécessité d'une **nomenclature** pour identifier chaque structure

Notion de différence de structures



Nomenclature chimique :



Associer à chaque **formule développée** un **nom** qui ne peut appartenir qu'à elle

et inversement,



Etablir sans ambiguïté la structure d'un composé à partir d'un nom.

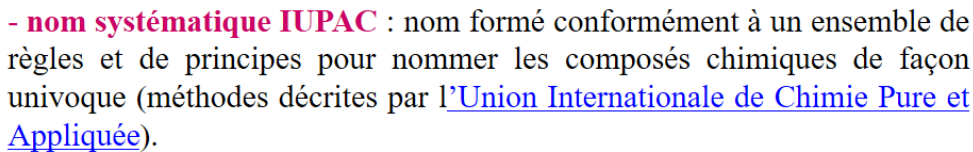


Règles rigoureuses de nomenclature définies afin d'établir un langage commun à l'ensemble de la communauté scientifique mondiale.

1-2 Les différents types de noms

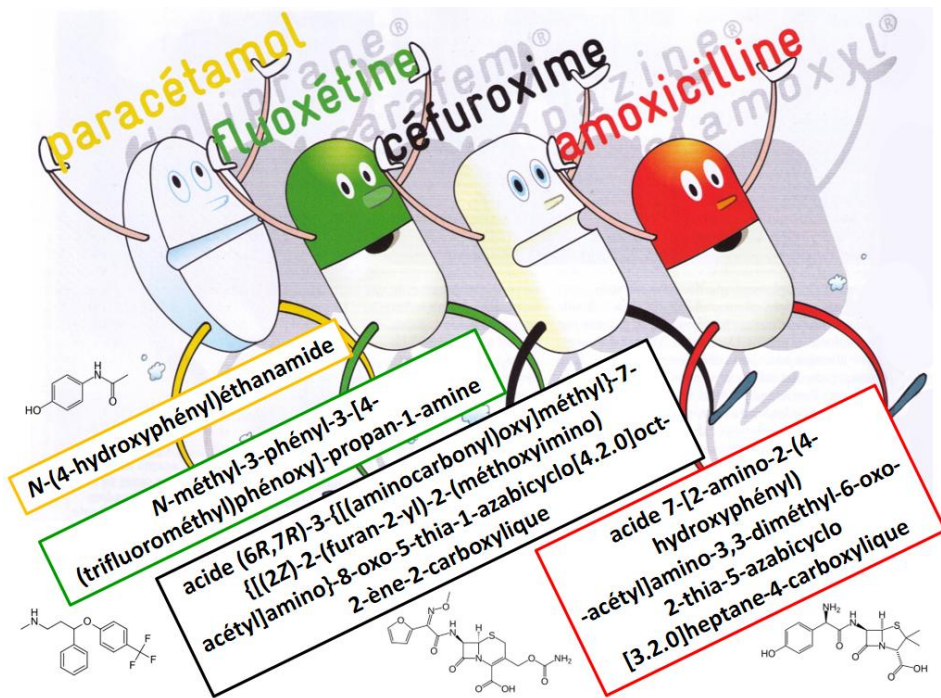
1 Médicament

1 molécule active + excipients (adjuvants)

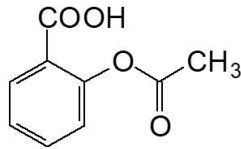


- **Dénomination Commune Internationale (DCI)** : La DCI d'une substance active pharmacologique est un nom défini par l'[Organisation Mondiale de la Santé](#) (OMS), conçu pour être utilisable sans ambiguïté dans un grand nombre de langues.

- **noms commerciaux** : noms de spécialité (noms de marque déposée par le fabricant).



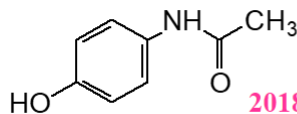
Exemples :



2018 : 629 millions \$

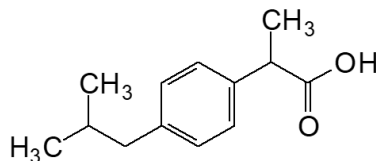


- **DCI** : Acide acétylsalicylique
- **nom IUPAC** : Acide 2-(acétyloxy)benzoïque /
Acide 2-(éthanoyloxy)benzène-carboxylique
- **noms commerciaux** : Aspirine UPSA®, Aspirine du Rhône®, Aspro®, Aspirine®, Aspégic®, Cardiosolupsan® *etc.*

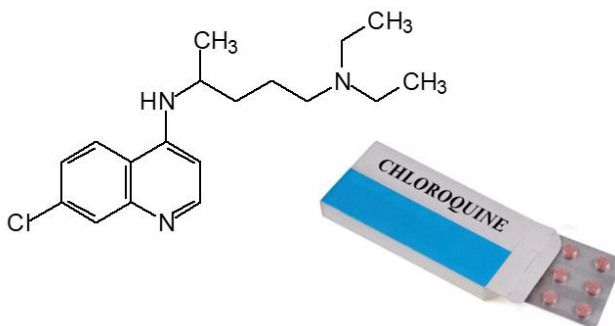


2018 : 911 millions \$

- **DCI** : Paracétamol
- **nom IUPAC** : *N*-(4-hydroxyphényl)éthanamide
- **noms commerciaux** : Doliprane®, Efferalgan®, Dafalgan® *etc.*



- **DCI** : Ibuprofène
- **nom IUPAC** : Acide 2-[4-(2-méthylpropyl)phényl]propanoïque
- **noms commerciaux** : Advil®, Nureflex®, Rhinadvil®, Antarène®, Nurofen® *etc.*



- **DCI** : Chloroquine

- **nom IUPAC** : 4-*N*-(7-Chloroquinolin-4-yl)-1-*N*,1-*N*-diéthyl-pentane-1,4-diamine

- **nom commercial** : Nivaquine® (arrêt de commercialisation en France depuis septembre 2022)

1-3 La nomenclature IUPAC

1-3-1 Définition et conventions



Règles établies par un organisme international :
U.I.C.P.A. (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée) - [IUPAC]



Le nom attribué à une molécule se construit par la réunion, dans un ordre et selon des règles et conventions d'écriture déterminées, d'éléments traduisant chacune de ses particularités. Cette construction s'effectue en plusieurs grandes étapes.

⇒ La nomenclature des composés organiques suit un certain nombre de règles définies ⇒ *Principe et mise en œuvre de la Nomenclature :*

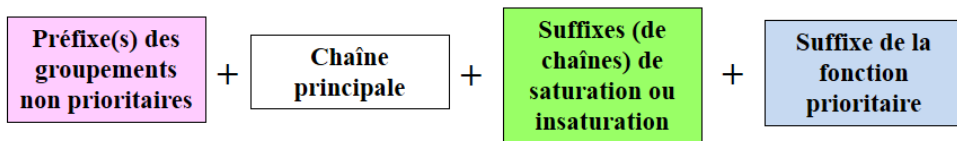
1) **déterminer la fonction ou le groupe principal** (sera désigné par un suffixe).
2) **déterminer la chaîne carbonée principale** en fonction des critères successifs suivants (par ordre de priorité) ➔ pour être considérée comme principale, la chaîne doit comporter :

- a) le nombre maximal de substituants correspondant au groupe principal,
- b) une longueur maximale,
- c) le nombre maximal de doubles **C=C** et/ou triples liaisons **C≡C**.

3) **identification des autres atomes ou groupements fonctionnels** (substituants désignés par des préfixes) et de leur **position** sur la chaîne principale.

4) **choix de l'orientation de la chaîne** ➡ groupement fonctionnel prioritaire affecté de l'indice de position le plus petit.

5) **établissement du nom composé de la façon suivante :**



⇒ La **racine du nom** d'un composé organique indique le **nombre d'atomes de carbone** dans la chaîne carbonée principale et qui contient le groupement fonctionnel.

Nombre de C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Racine du nom	méth	éth	prop	but	pent	hex	hept	oct	non	déc

⇒ **Racine du nom d'un composé organique :**

- Chaîne carbonée de base / Nomenclature des **alcane**s linéaires :

Les noms des alcanes C_nH_{2n+2} **Hydrocarbures linéaires**

Alcanes : terminaison en « **ane** » pour chaînes saturées

1 C CH_4 méth ane	2 C H_3C-CH_3 éth ane	3 C $H_3C-CH_2-CH_3$ propane	4 C $H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$ but ane
5 C pent ane $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	6 C hex ane $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	7 C hept ane $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
8 C oct ane $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	9 C non ane $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	10 C déc ane $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
Undéc ane C_{11}	Dodéc ane C_{12}	Tridéc ane C_{13}	

- Chaîne carbonée de base / Nomenclature des alcane monocycliques :

Les noms des cycloalcane C_nH_{2n}

Hydrocarbures monocycliques

Préfixe : « **cyclo** »



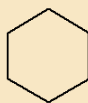
cycloprop**ane**



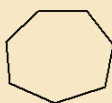
cyclobut**ane**



cyclopent**ane**



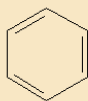
cyclohex**ane**



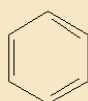
cyclohept**ane**

- Chaîne carbonée de base / Nomenclature des hydrocarbures aromatiques :

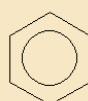
Hydrocarbure aromatique le plus simple :



ou

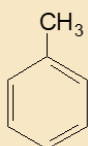


ou

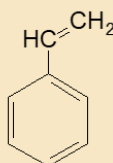


benzène

Hydrocarbures aromatiques monocycliques substitués
dont les noms sont consacrés par l'usage et conservés :



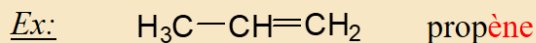
toluène



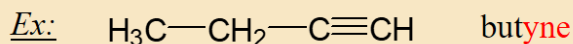
styrène

- Chaîne carbonée de base / Nomenclature des hydrocarbures linéaires insaturés :

Alcènes : terminaison en « **ène** » pour chaînes insaturées **C=C**
(une ou plusieurs doubles liaisons)



Alcynes : terminaison en « **yne** » pour chaînes insaturées **C≡C**
(une ou plusieurs triples liaisons)



- Nomenclature des alcanes / le nom des substituants :

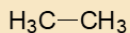
Alcane $\Leftrightarrow$ Alkyl(e)

(le nom est donné par rapport à l'alcane correspondant)

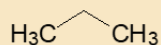
CH_4 Méthane



C_2H_6 Ethane



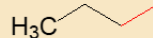
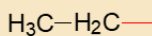
C_3H_8 Propane



CH_3 Méthyle

C_2H_5 Ethyle

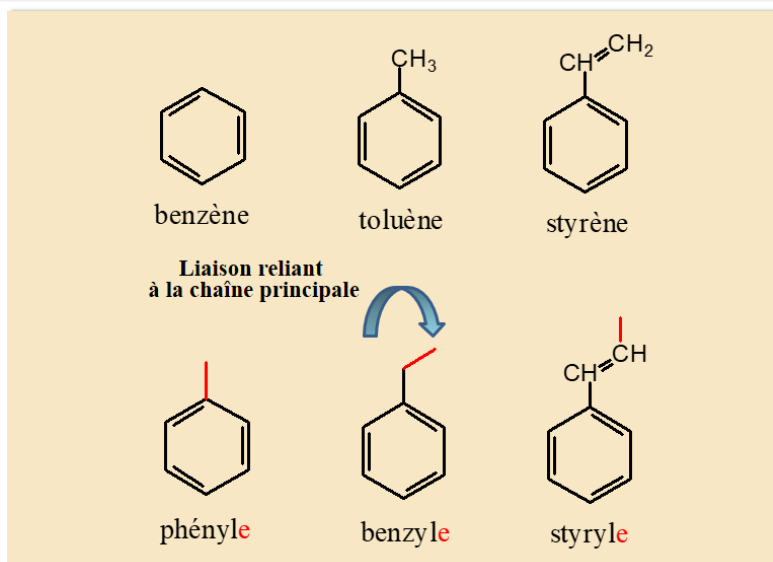
C_3H_7 Propyle



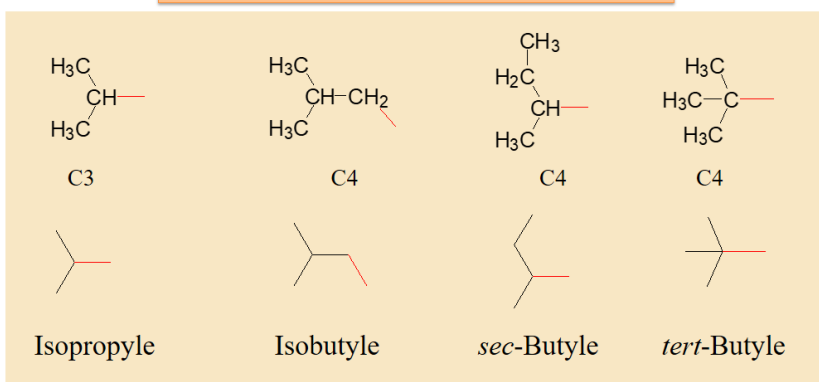
Liaison reliant à la chaîne principale

etc.

- Nomenclature des hydrocarbures aromatiques / le nom des substituants



- Noms triviaux des substituants alkyles :



Rq :

n = normal (linéaire)
sec = secondaire
tert = tertiaire

- Noms des substituants à chaîne carbonée insaturée :

- Nomenclature des substituants à chaîne carbonée linéaire insaturée

(C=C ou C≡C) / le nom des substituants (non prioritaires) :

C=C : Alcène ⇨ Alkényl(e)

C≡C : Alcyne ⇨ Alkynyl(e)

- Ordre de priorité / Groupements principaux :

*Priorité
décroissante*



Cations
Acides (COOH)
Acides sulfoniques
Anhydrides d'acides
Sels d'acide
Esters
Halogénures d'acides
Amides
Nitriles
Aldéhydes
Cétones
Alcools et phénols
Hydroperoxydes
Amines
Imines
Ethers
Sulfures
Peroxydes
Dérivés halogénés
Dérivés nitrés

- Suffixes et Préfixes des groupements principaux :

<u>Groupe</u> ment	<u>Formule</u>	<u>Préfixe</u>	<u>Suffixe</u>
Cation		-	-(on)ium
Acide carboxylique	-COOH	carboxy	acide carboxylique / acide -oïque
Acide sulfonique	-SO ₃ H	sulfo	acide -sulfonique
Anhydride d'acide	-COOCO-	-	anhydride -oïque
Sel d'acide	-COOM		carboxylate / -oate de métal
Ester	-COOR	R-oxycarbonyl	carboxylate / -oate de R
Halogénure d'acide	-C(=O)X	haloformyl	halogénure de -oyle
Amide	-C(=O)NH ₂ / R-C(=O)NH-	carbamoyl / R-amido	-carboxamide / -amide
Nitrile	-C≡N	cyano	-(carbo)nitrile
Aldéhyde	-CHO	formyl	-carbaldéhyde ou -carboxaldéhyde / -al
Cétone	-C=O 	oxo	-one

- Suffixes et Préfixes des groupements principaux (suite) :

<u>Groupe</u> ment	<u>Formule</u>	<u>Préfixe</u>	<u>Suffixe</u>
Alcool	-OH	hydroxy	-ol
Phénol	Ar-OH	hydroxy	-ol
Thiol	-SH	mercapto / sulfanyl	-thiol
Hydroperoxyde	-OOH	hydroperoxy	
Amine	-NH ₂	amino	-amine
Imine	=NH	imino	-imine
Ether	-OR	R-oxy	
Sulfure (thioéther)	-SR	R-thio	
Peroxyde	-OOR	R-dioxy	
Dérivé halogéné (halogénure)	-X	halogéno	
Dérivé Nitré	-NO ₂	nitro-	

- Autres conventions :

➤ Rappel : Suffixes de chaînes carbonées de base :

- ♦ « **ane** » : chaînes saturées
- ♦ « **ène** » : chaînes insaturées (une ou plusieurs doubles liaisons)
- ♦ « **yne** » : chaînes insaturées (une ou plusieurs triples liaisons)

Exemple : Chaîne carbonée de base saturée en 3 C $\Rightarrow$ Racine « **Prop** » + « **ane** »
= **propane**

➤ Indication du nombre de fonctions identiques ou d'insaturations par le préfixe **di**, **tri**, **tétra**, **penta**, *etc.*

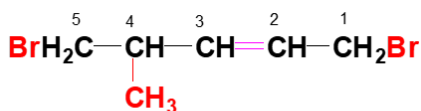
➤ Désignation des **préfixes non prioritaires classés par ordre alphabétique** (attention: ne pas tenir compte des notions de nombre, ni de *sec-* et *tert-*).

- Indices et Ponctuations :

Indices de position : placés immédiatement avant la partie du nom à laquelle ils se rapportent.

Virgules : séparation des indices se rapportant à la même partie d'un nom.

Traits d'union : séparer les indices de position des mots ou des syllabes composant le nom.

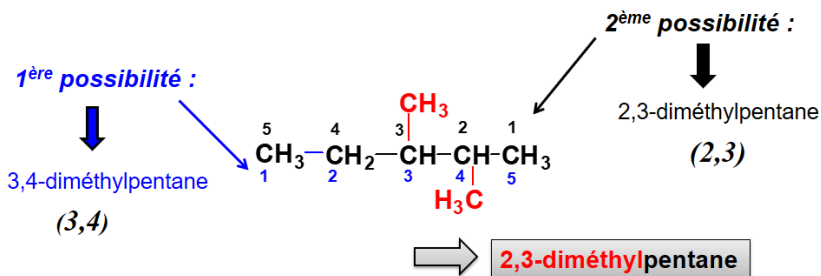


1,5-dibromo-4-méthylpent-2-ène

- Remarques :

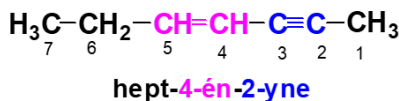
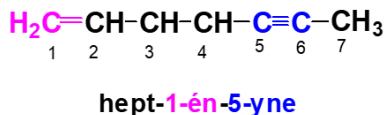
- Utilisé comme préfixe le nom d'un radical **alcane** / **alcène** / **alcyne** / **alkyle**, *etc.* peut perdre son « e » muet.
- A nombre égal de carbones dans la chaîne carbonée, la forme cyclique est prioritaire par rapport à la forme linéaire.
- S'il existe plusieurs possibilités de numérotation, c'est la numération qui donne le plus petit indice qui prédomine.

Exemple :

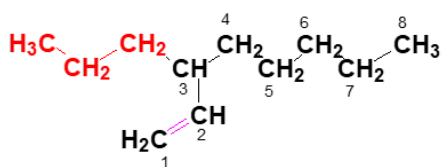


➤ Lorsque des **liaisons doubles C=C** et **triples C≡C** figurent dans la même molécule, il faut leur accorder la même priorité et leur attribuer les plus petits indices possibles.

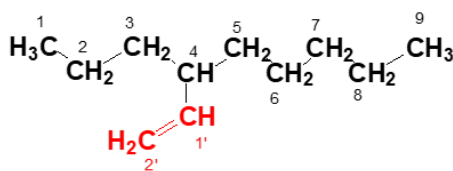
Remarque : pour des raisons d'euphonie et d'après l'ordre alphabétique, la terminaison s'écrit : « **-én** » suivi de « **-yne** ».



➤ Dans les recommandations précédentes de l'U.I.C.P.A. (avant 2021), l'insaturation était prioritaire par rapport à la longueur de la chaîne.

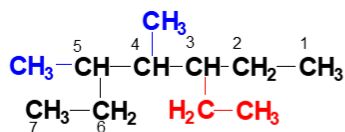


avant 2021

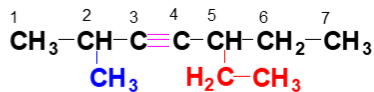


depuis 2021

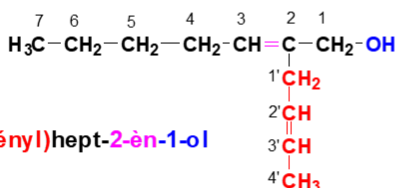
1-3-2 Quelques exemples



3-éthyl-4,5-diméthylheptane



5-éthyl-2-méthylhept-3-yne

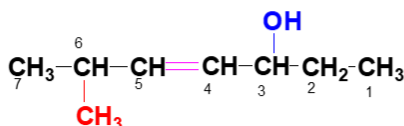


2-(but-2-ényl)hept-2-én-1-ol

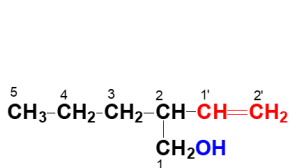


2-méthyl-cyclopenta-1,3-diène

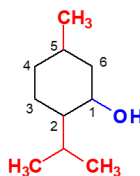
(Introduction du « a »)



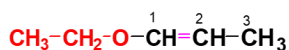
6-méthylhept-4-én-3-ol



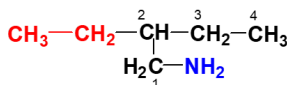
2-éthén-1-ylpentan-1-ol
(Rq: 2-éthénylpentan-1-ol)



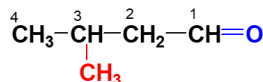
2-isopropyl-5-méthyl-cyclohexan-1-ol
(menthol)



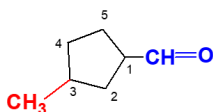
1-éthoxyprop-1-ène



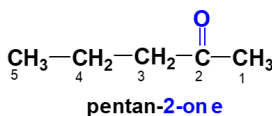
2-éthylbutan-1-amine
(Rq: 2-éthylbutylamine)



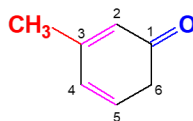
3-méthylbutan-1-al



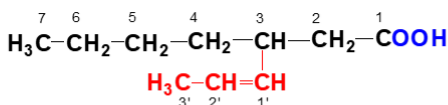
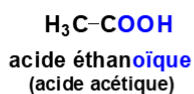
3-méthylcyclopentane-1-carboxaldéhyde



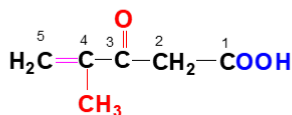
pentan-2-one



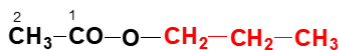
3-méthylcyclohexa-2,4-dièn-1-one



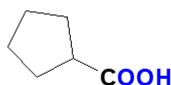
acide 3-propén-1-ylheptanoïque
(Rq: acide 3-propénylheptanoïque)



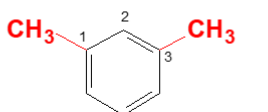
acide 4-méthyl-3-oxopent-4-énoïque



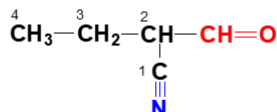
éthanoate de propyle



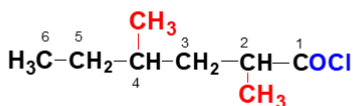
acide cyclopentane-1-carboxylique



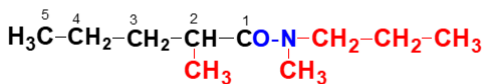
1,3-diméthylbenzène
(*m*-Xylène)



2-formylbutanenitrile



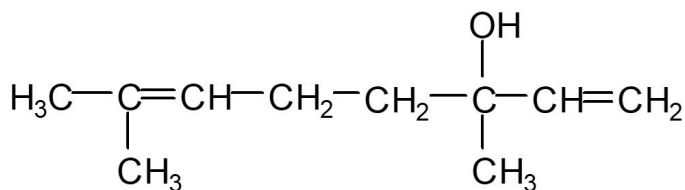
chlorure de 2,4-diméthylhexanoyle



N,2-diméthyl-*N*-propylpentanamide

1-3-3 Exercices

1- Nommer la molécule suivante :

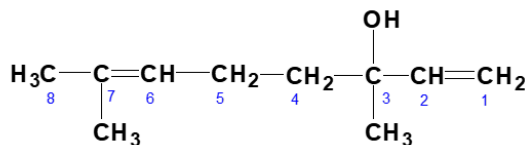


Linalol

(huiles essentielles : lavande, thym, bergamote, coriandre, etc.)



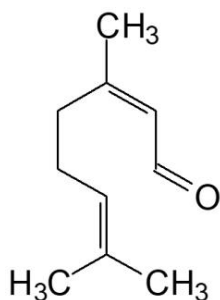
Correction:



- 1- Groupe prioritaire : **OH**, suffixe « ol » → « ...ol »
- 2- Unité structurale fondamentale : 8 carbones = « oct »
→ elle est insaturée (x 2) = « octadiène »
- 3- Composé fondamental : « octadiénol »
- 4- Radicaux (groupes non prioritaires) : « méthyl » (préfixes) (x 2).
- 5- Placer en préfixes les radicaux substituants classés par ordre alphabétique (sans tenir compte du nombre di) :
diméthyl octadiénol
- 6- Numéroté et nommer :



3,7-diméthyl octa-1,6-dién-3-ol



Citral

(huiles essentielles : citron, citronnelle, orange, verveine, etc.)



Correction:

1- Groupe prioritaire : **CHO** (aldéhyde), suffixe « al » → « ...al »

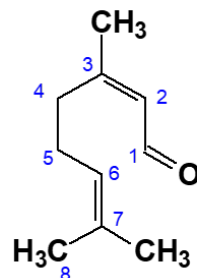
2- Unité structurale fondamentale : 8 carbones = « oct »
→ elle est insaturée (x 2) = « octadiène »

3- Composé fondamental : « octadiénal »

4- Radicaux (groupes non prioritaires) : « méthyl » (préfixes) (x 2).

5- Placer en préfixes les radicaux substituants classés par ordre alphabétique (sans tenir compte du nombre di) :
diméthyl octadiénal

6- Numéroté et nommer :

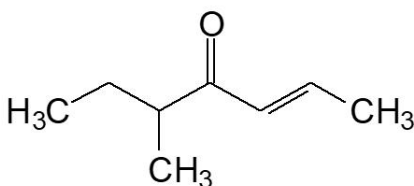


3,7-diméthyl octa-2,6-dién-1-al
ou
3,7-diméthyl octa-2,6-diénal

Remarque :

Si 1 seule **C=C**, on dira **octène**, ici 2 **C=C** donc on garde le « a » de « octane » et on nomme « **octadiène** » pour des **questions de syntaxe** et de **liaison phonique**.

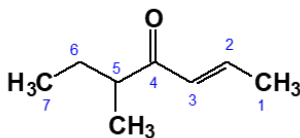
3- Nommer la molécule suivante (sans tenir compte de la stéréoisomérie) :



Filbertine
(odeur de noisettes)



Correction:

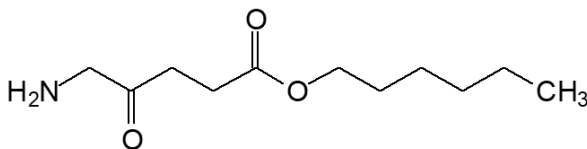


- 1- Groupe prioritaire : **C=O** (cétone) → suffixe « one » → « ...one »
- 2- Unité structurale fondamentale : 7 carbones = « hept »
→ elle est insaturée (x 1) = « heptène »
- 3- Composé fondamental : « hepténone »
- 4- Radicaux (groupes non prioritaires) : **-CH₃** : « méthyl » (préfixe).
- 5- Placer en préfixes les radicaux substituants classés par ordre alphabétique :
« méthylhepténone »
- 6- Numéroté et nommer :



5-méthylhept-2-én-4-one

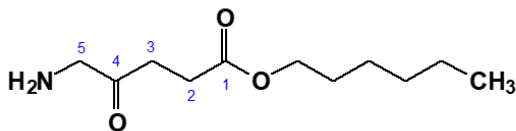
4- Nommer la molécule suivante :



Hexaminolévulinate (Hexvix®)

(Médicament à usage diagnostique / Détection du tissu vésical malin)

Correction:



1- Groupe prioritaire : **-COOR** (ester) → suffixe « oate de R » → « ...oate de R »

2- Unité structurale fondamentale : 5 carbones = « pent »
→ elle est saturée = « pentane »

3- Composé fondamental : « pentanoate de R »

4- Radicaux (groupes non prioritaires) : **-NH₂** « amino », **-C₆H₁₃** « hexyl »
et **-C=O** « oxo » (préfixes).

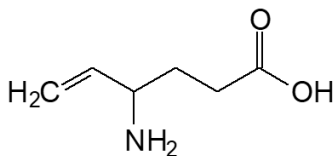
5- Placer en préfixes les radicaux substituants classés par ordre alphabétique :
« amino-oxopentanoate d'hexyle »

6- Numéroté et nommer :



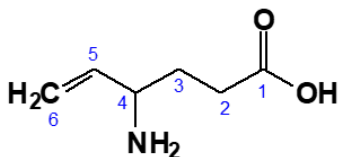
5-amino-4-oxopentanoate d'hexyle

5- Nommer la molécule suivante :



Vigabatrine (Sabril®)
(Antiépileptique)

Correction:

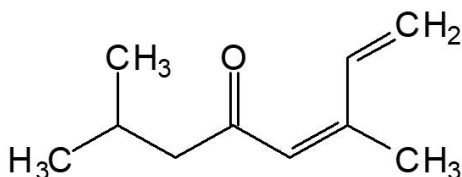


- 1- Groupe prioritaire : **COOH** (acide carboxylique) → suffixe « acide ...oïque »
- 2- Unité structurale fondamentale : 6 carbones = « hex »
→ elle est insaturée (x 1) = « hexène »
- 3- Composé fondamental : « acide hexénoïque »
- 4- Radicaux (groupes non prioritaires) : **-NH₂** : « amino » (préfixe).
- 5- Placer en préfixes les radicaux substituants classés par ordre alphabétique :
« acide aminohexénoïque »
- 6- Numéroté et nommer :



acide 4-amino-5-énoïque

6- Nommer la molécule suivante :



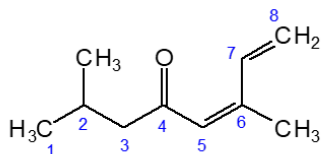
Tagétone

(Fongicide)

extrait de *Tagetes minuta* L.



Correction:

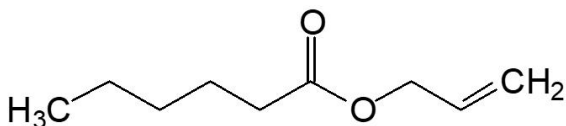


- 1- Groupe prioritaire : **C=O** (cétone) → suffixe « one » → « ...one »
- 2- Unité structurale fondamentale : 8 carbones = « oct »
→ elle est insaturée (x 2) = « octadiène »
- 3- Composé fondamental : « octadiénone »
- 4- Radicaux (groupes non prioritaires) : **-CH₃** : « méthyl » (préfixe) (x 2).
- 5- Placer en préfixes les radicaux substituants classés par ordre alphabétique (sans tenir compte du nombre di) :
« diméthyloctadiénone »
- 6- Numéroté et nommer :



2,6-diméthylocta-5,7-dién-4-one

7- Nommer la molécule suivante :

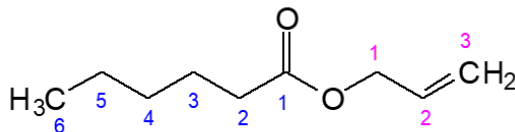


Arôme alimentaire à odeur d'ananas

(additif alimentaire)



Correction:

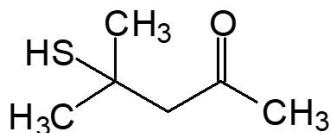


- 1- Groupe prioritaire : **-COOR** (ester) → suffixe « oate de R » → « ...oate de R »
- 2- Unité structurale fondamentale : 6 carbones = « hex »
→ elle est saturée = « hexane »
- 3- Composé fondamental : « hexanoate de R »
- 4- Radicaux (groupes non prioritaires) : **-CH₂-CH=CH₂** « propényl(e) » (préfixe).
- 5- Placer en préfixes les radicaux substituants classés par ordre alphabétique :
« hexanoate de propényle »
- 6- Numéroté et nommer :



hexanoate de prop-2-ényle

8- Nommer la molécule suivante :



« Cat ketone »

Molécule odorante retrouvée dans ...



... le cassis (*Ribes nigrum*)

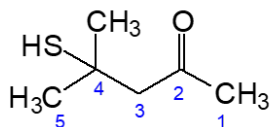


... l'urine de chat



... le sauvignon

Correction:



- 1- Groupe prioritaire : $\text{C}=\text{O}$ (cétone) $\rightarrow$ suffixe « one » $\rightarrow$ « ...one »
- 2- Unité structurale fondamentale : 5 carbones = « pent »
 $\rightarrow$ elle est saturée = « pentane »
- 3- Composé fondamental : « pentanone »
- 4- Radicaux (groupes non prioritaires) : $-\text{CH}_3$: « méthyl », $-\text{SH}$: « mercapto » ou « sulfanyl » (préfixes).
- 5- Placer en préfixes les radicaux substituants classés par ordre alphabétique :
« mercaptométhylpentanone » ou « méthylsulfanylpentanone »
- 6- Numéroté et nommer :



4-mercapto-4-méthylpentan-2-one
ou
4-méthyl-4-sulfanylpentan-2-one

CONCLUSION

Nomenclature chimique :



Associer à chaque formule développée un nom qui ne peut appartenir qu'à elle

et inversement,



Etablir sans ambiguïté la structure d'un composé à partir d'un nom.



Règles rigoureuses de nomenclature définies afin d'établir un langage commun à l'ensemble de la communauté scientifique mondiale.

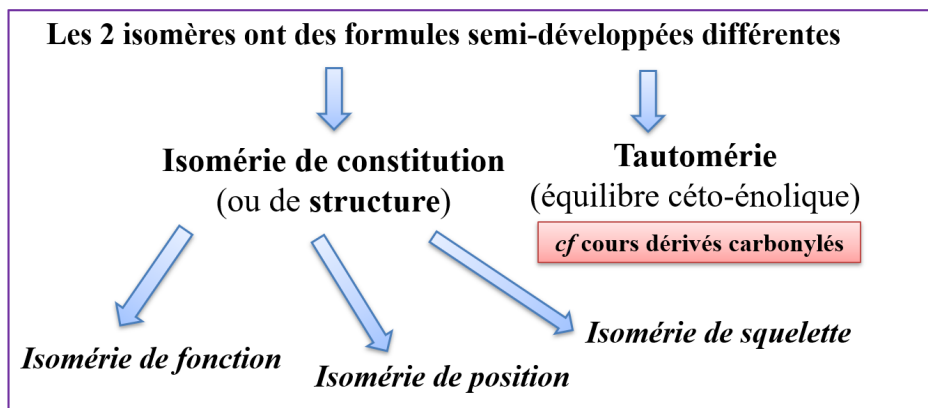
2 ISOMERIE / STEREOISOMERIE

Objectifs :

- ☑ Découvrir les différents types d'isoméries en chimie organique.
- ☑ Etudier les différentes isoméries ainsi que les stéréodescripteurs permettant de les caractériser.
- ☑ Notions de stéréoisomérie.

2-1 Isomérie plane (Définition / Rappel)

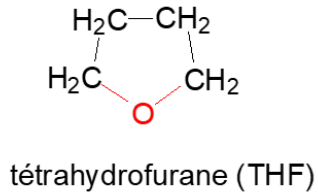
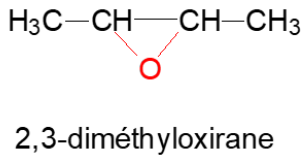
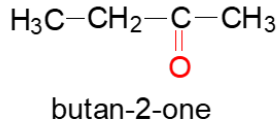
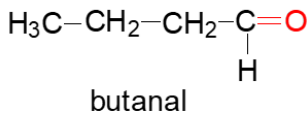
On appelle **isomères** des composés chimiques ayant **même formule brute** mais des **formules développées différentes** :



2-1-1 Isomérie de fonction

↪ Enchaînements atomiques non identiques ⇨ **fonctions chimiques** et **enchaînements carbonés différents**.

Exemple : C_4H_8O

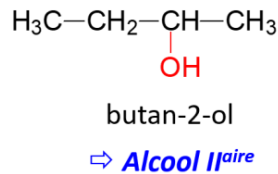
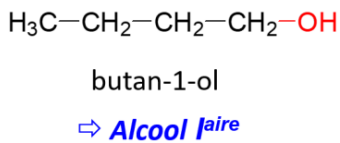


2-1-2 Isomérisation de position

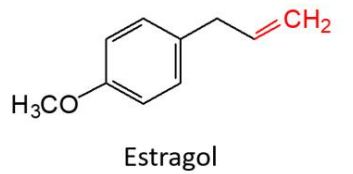
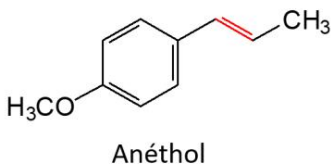
↪ Ces isomères possèdent le **même squelette carboné**, mais **diffèrent par la position du groupe fonctionnel**.

Exemples :

➔ butanol / C_4H_9OH



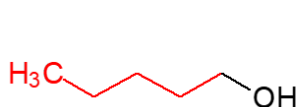
➔ Anéthol & Estragol / $C_{10}H_{12}O$



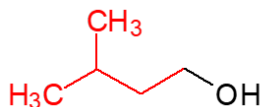
2-1-3 Isomérisation de squelette (ou de chaîne)

→ Les **isomères de squelette** sont des composés qui présentent les **mêmes fonctions** mais possèdent des **enchaînements carbonés différents**.

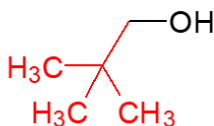
Exemple : $C_5H_{12}O$



pentan-1-ol



3-méthylbutan-1-ol

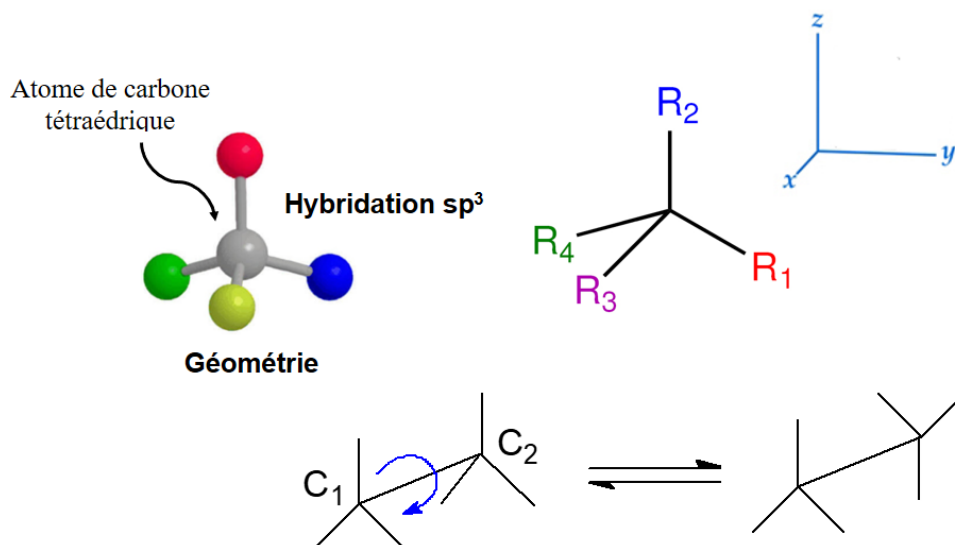


2,2-diméthylpropan-1-ol

2-2 Représentation spatiale des molécules

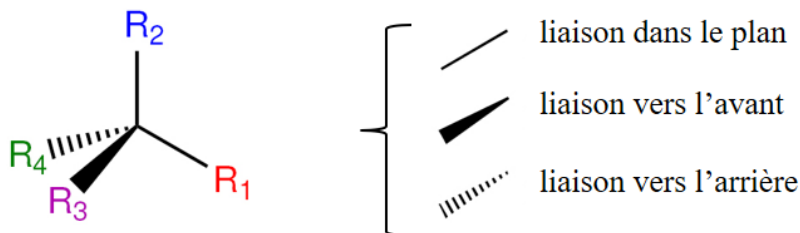
2-2-1 Représentation en perspective

→ Représentation des molécules en 3 dimensions (x, y, z) sur une surface.



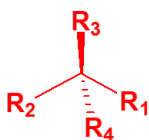
2-2-2 Projection de Cram

→ La **représentation de Cram** d'une **molécule organique** permet sa **représentation dans l'espace** : elle fait apparaître les liaisons en perspective / **C** hybridé sp^3 .

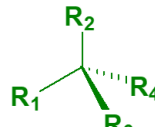
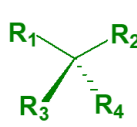
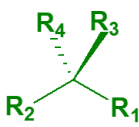
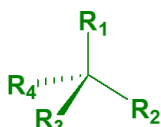


Remarque :

Représentation fausse



Représentations correctes

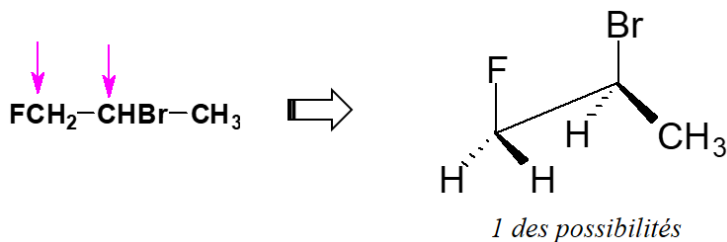


etc.

2-2-3 Projection cavalière

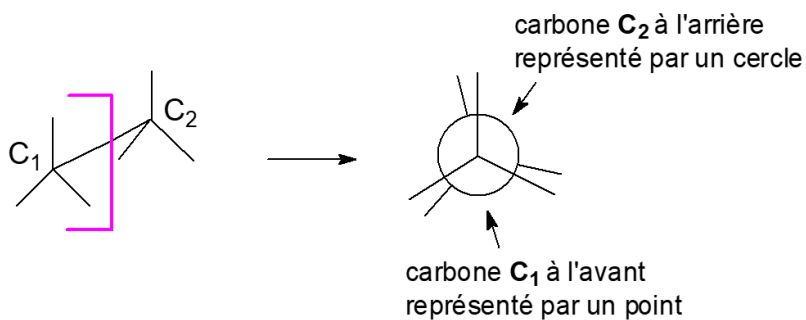
→ Représentation 3D / Carbones adjacents.

Exemple :



2-2-4 Projection ou représentation de Newman

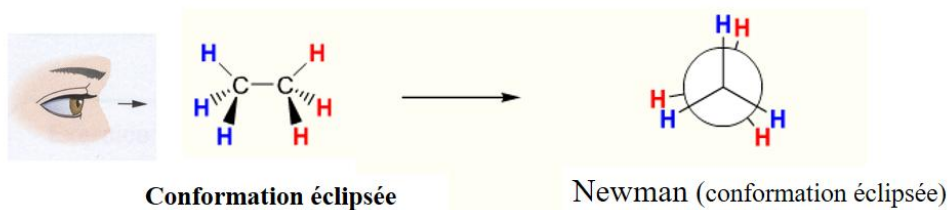
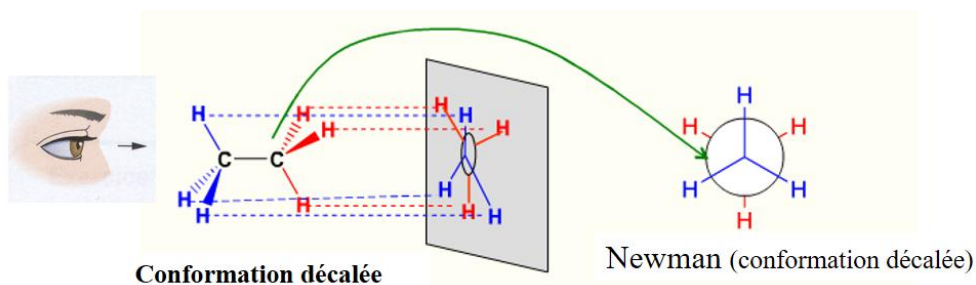
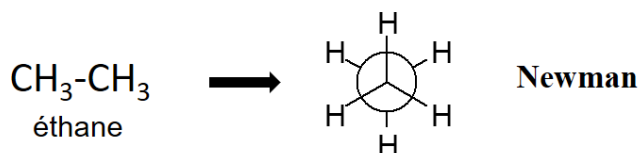
→ Pour représenter une molécule dans une projection de Newman il faut regarder la molécule dans l'axe d'une liaison simple Carbone-Carbone (atomes de **C** hybridés sp^3), puis la projeter dans ce plan.



Remarque :

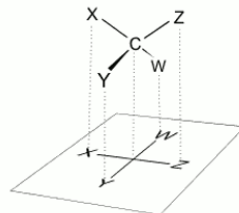
Le C_1 à l'avant peut également être représenté par le point + le cercle.

Exemple :



2-2-5 Projection ou représentation de Fischer

→ Projection des atomes ou groupements d'atomes dans le plan.

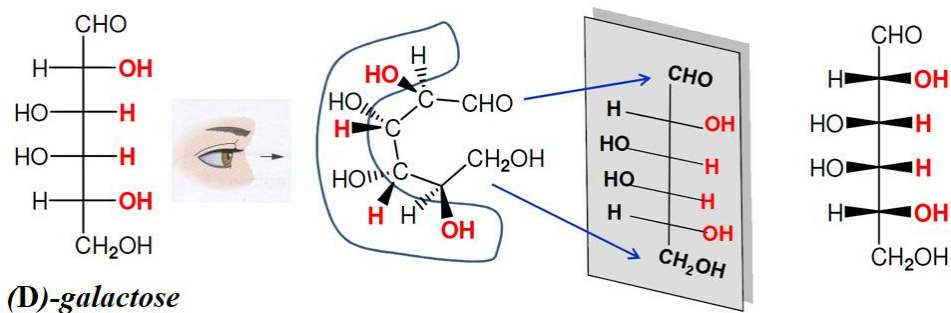
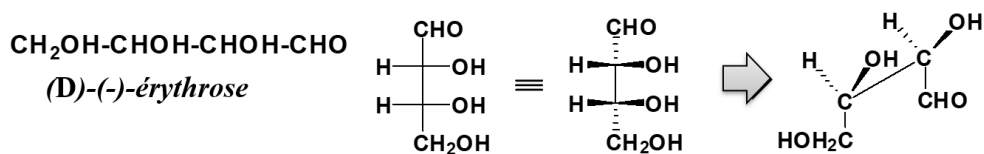
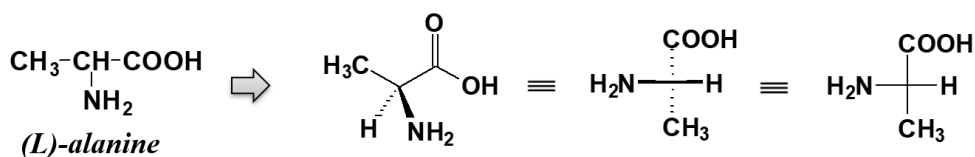


→ Les **C** sont représentés par l'intersection des traits.

→ Les groupements à l'arrière du plan de la feuille sont reliés à **C** par un trait vertical.

→ Les groupements à l'avant du plan de la feuille sont reliés à **C** par un trait horizontal.

Exemples :



2-3 Stéréoisomérie (ou isomérie « stérique »)

↳ Stéréochimie =

- **Chimie en 3 dimensions**
- **Arrangement spatial des molécules**



Notion de stéréoisomérie (notion comparative entre deux molécules, possédant la même formule semi-développée, mais qui ont un arrangement différent dans l'espace).

Les 2 isomères ont même formule semi-développée mais des formules spatiales différentes = stéréoisomères



Isomérie conformationnelle

2 conformères ne sont pas dédoublables (c'est le même composé).



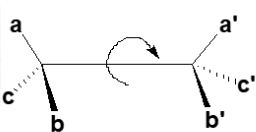
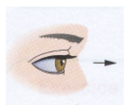
Isomérie configurationnelle

Les 2 configurations sont dédoublables (2 composés différents).

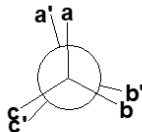
2-3-1 Isomérie de Conformation

Conformation : arrangement spatial des groupes grâce aux rotations autour des liaisons simples σ **C-C**.

⇒ Il s'agit de la même molécule (**conformères, composés non dédoublables**) ; on passe d'un conformère à l'autre par simple rotation autour d'une liaison simple.

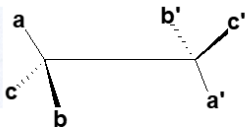
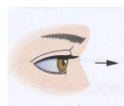


conformation éclipsee

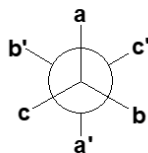


représentation de Newman

la moins stable



conformation décalée

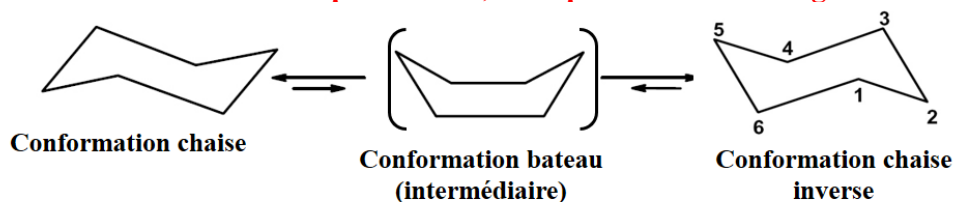


représentation de Newman

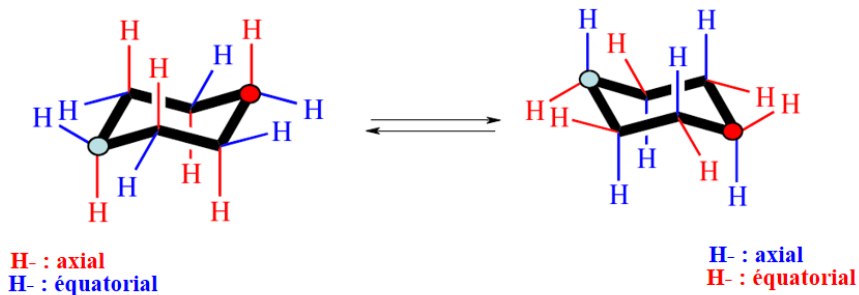
la **plus stable**, car moins d'interactions entre les substituents. Si a, b, c, a', b' et c' sont volumineux, conformation décalée prédominante

Cas particulier du cyclohexane :

→ 2 conformations chaise plus stables, exemptes de tensions angulaires :



 **équilibre conformationnel :**



Cas particulier du cyclohexane monosubstitué :

