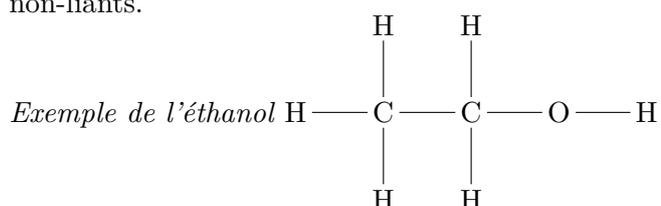


 χ 4 : Nomenclature en chimie organique		Constitution de la matière	
 Plan		 Documents	
I	Quelques notions d'écriture 2 Les termes multiplicatifs • Les indices de position • Elision des voyelles	 Exercices	
II	Les hydrocarbures acycliques 2 Les hydrocarbures saturés : les alcanes • Les hydrocarbures insaturés : les alcènes et les alcynes • Classe d'un atome de carbone		
III	Molécules organiques avec hétéroéléments 4 Groupements fonctionnels et fonctions chimiques • Classes des amines et des alcools		
IV	Nomenclature des molécules organiques 5 Préliminaire : nomenclature liée à la chaîne carbonée A.1 Radical associé à une chaîne carbonée linéaire 5 A.2 Terminaison d'insaturation 5 A.3 Substituants alkyles 6 A.4 Préfixe pour les chaînes carbonées cycliques 6 Règles générales de nomenclature		
V	Noms usuels 11		
 Capacités exigibles			
Donner la formule topologique d'une molécule à partir de son nom en nomenclature systématique. Nommer une molécule en nomenclature officielle à partir de sa formule topologique.			

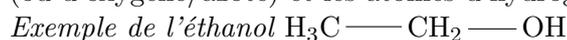
Formules développée, semi-développée et topologique

En chimie organique, les molécules peuvent être représentées suivant 3 représentations distinctes :

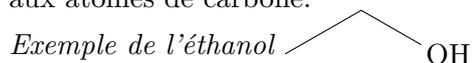
- La **formule développée** : elle diffère de la formule de Lewis par le fait qu'on ne représente pas les doublets non-liants.



- La **formule semi-développée** : cette fois-ci on ne représente plus les liaisons entre les atomes de carbone (ou d'oxygène/azote) et les atomes d'hydrogène.



- La **formule topologique** : on représente les liaisons entre atomes de carbone sur une ligne brisée pour laquelle chaque sommet représente un atome de carbone. On ne représente pas les atomes d'hydrogène reliés aux atomes de carbone.



La formule topologique est de loin la plus utilisée, et la suite du chapitre reposera sur cette écriture.

Les molécules organiques étant souvent complexes, il est nécessaire d'utiliser des règles précises de nomenclature. Ce sont des règles générales établies par l' I.U.P.A.C. (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée). À côté des noms officiels, des noms courants souvent largement utilisés perdurent.

Avant de pouvoir nommer une molécule, il convient de déterminer quelles en sont les différentes parties.

- **La chaîne principale** : Elle définit l'enchaînement de base (et le nom fondamental) qui est toujours associé à un nombre d'atomes de carbone bien défini. Les noms dérivés de cette chaîne principale proviennent de l'addition d'un (ou de plusieurs) préfixe(s) et/ou d'un suffixe.
- **Les substituants** : Tout atome ou groupe d'atomes qui remplace l'hydrogène dans un composé fondamental. Ils sont mentionnés en préfixe.
- **Le groupe caractéristique (ou groupe fonctionnel)** : Il correspond à un atome ou un groupe d'atomes introduit dans la chaîne principale autrement que par une liaison carbone - carbone. Il est généralement indiqué par un suffixe. Lorsque la molécule est polyfonctionnelle, un seul groupe fonctionnel est groupe principal car il existe un ordre de priorités des fonctions. Pour chaque fonction on définit donc deux désignations.

I Quelques notions d'écriture

A) Les termes multiplicatifs

Un substituant ou un groupe caractéristique présent plusieurs fois sur une chaîne principale est précédé d'un terme multiplicatif : di, tri, tétra, penta,...

B) Les indices de position

Les indices précisant la position sur la chaîne principale sont placés immédiatement devant le(s) substituant(s) ou le groupe caractéristique auxquels ils se rapportent et sont reliés par des tirets placés de part et d'autre (sauf l'indice en tête du nom qui ne possède qu'un tiret).

Exemple : $\text{CH}_2\text{Br} - \text{CHOH} - \text{CHCl} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ 1-bromo-3-chloropentan-2-ol

Un même substituant ou groupe caractéristique présent plusieurs fois est nommé en indiquant successivement :

- les numéros des carbones de la chaîne principale le portant par des indices successifs séparés par des virgules ;
- un tiret après le dernier indice suivi du terme multiplicatif adéquat.

Exemple : $\text{CH}_3 - \text{CCl}_2 - \text{CHCl} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ 2,2,3-trichloropentane

C) Elision des voyelles

La voyelle "e" doit être éludée dans les cas suivants :

- à la fin du nom fondamental s'il est suivi d'un suffixe commençant lui-même par une voyelle.

Exemple : pentan-2-ol mais on écrira pentane-1,2-diol.

- à la fin de tout substituant, et ceci indépendamment de ce qui le suit. La voyelle "a" des termes multiplicatifs est éludée quand elle est suivie d'un suffixe ou d'une terminaison commençant par "a" ou "o".

II Les hydrocarbures acycliques

A) Les hydrocarbures saturés : les alcanes

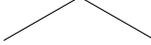
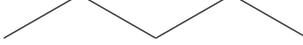
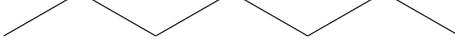
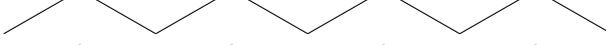
Les hydrocarbures saturés acycliques linéaires ou ramifiés ont pour nom générique **ALCANES**.

Remarque

Le terme acyclique signifie que l'hydrocarbure ne comporte pas de cycle.

Les quatre premiers hydrocarbures conservent les noms consacrés par l'usage. Les noms des homologues supérieurs de cette série se composent :

- d'un préfixe numérique qui indique le nombre d'atomes de carbone (numérotation grecque),
- du suffixe "ane", terminaison qui précise la saturation.

Nom	Formule brute	Formule semi-développée
Terminaison <i>-ane</i>	C_nH_{2n+2}	
Méthane	CH ₄	CH ₄
Éthane	C ₂ H ₆	
Propane	C ₃ H ₈	
Butane	C ₄ H ₁₀	
Pentane	C ₅ H ₁₂	
Hexane	C ₆ H ₁₄	
Heptane	C ₇ H ₁₆	
Octane	C ₈ H ₁₈	
Nonane	C ₉ H ₂₀	
Décane	C ₁₀ H ₂₂	

B) Les hydrocarbures insaturés : les alcènes et les alcynes

Selon la présence ou non de liaisons multiples, on distingue trois catégories d'hydrocarbures aliphatiques non cycliques :

- les **alcane**s ne comportent que des liaisons simples (uniquement des atomes de carbone tétraédriques). Leur formule brute est de la forme C_nH_{2n+2} ;
- les **alcène**s comportent au moins une liaison double. Leur formule brute est de la forme C_nH_{2n} s'ils ne comportent qu'une seule liaison double ;
- les **alcyne**s comportent au moins une liaison triple. Leur formule brute est de la forme C_nH_{2n-2} s'ils ne comportent qu'une seule liaison triple.

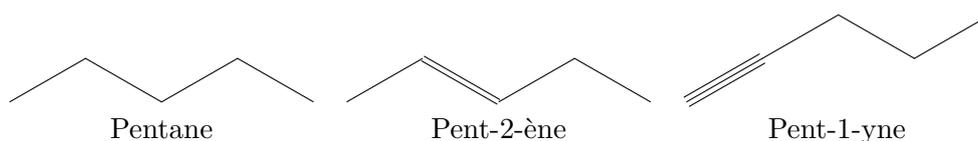
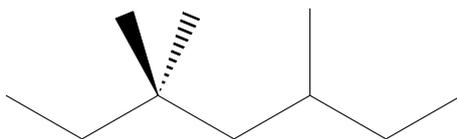


Table 1 – Hydrocarbures aliphatiques non cycliques : formules topologiques d'un alcane, d'un alcène et d'un alcyne

C) Classe d'un atome de carbone

Pour chaque atome de carbone tétraédrique, on définit une classe :

- Un atome de carbone est dit **primaire** s'il n'est lié qu'à un seul autre atome de carbone et à trois atomes d'hydrogène ;
- Un atome de carbone est dit **secondaire** s'il est lié à deux autres atomes de carbone et à deux atomes d'hydrogène ;
- Un atome de carbone est dit **tertiaire** lorsqu'il est lié à trois autres atomes de carbone et à un atome d'hydrogène ;
- Un atome de carbone est dit **quaternaire** lorsqu'il est lié à quatre autres atomes de carbone et donc à aucun atome d'hydrogène.



III Molécules organiques avec hétéroéléments

Les molécules organiques allient très souvent le carbone et l'hydrogène à d'autres éléments, appelés hétéroéléments, les plus fréquemment rencontrés étant l'oxygène et l'azote.

A) Groupements fonctionnels et fonctions chimiques

Lorsqu'une molécule comporte des hétéroéléments, il apparaît des enchaînements particuliers d'atomes appelés groupements fonctionnels qui caractérisent les fonctions chimiques. Une fonction chimique confère à la molécule des propriétés chimiques propres à cette fonction, et communes à toutes les molécules comportant cette même fonction. Les molécules complexes peuvent comporter plusieurs fonctions chimiques différentes, et/ou plusieurs fois la même fonction chimique.

💡 Remarque

Seules les fonctions cétone et amine sont du genre féminin ; on dit par exemple un amide mais une amine.

$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{matrix}$	acide carboxylique	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{matrix}$	aldéhyde
$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{O}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{R}' \end{matrix} \end{matrix}$	anhydride d'acide	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{R}' \end{matrix}$	cétone
$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{O}-\text{R}' \end{matrix}$	ester	$\text{R}-\text{O}-\text{H}$	alcool
$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{Cl} \end{matrix}$	chlorure d'acide	$\text{R}^1-\text{N}\begin{matrix} \text{R}^2 \\ / \\ \text{R}^3 \end{matrix}$	amine
$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{N}-\text{R}^2 \\ \\ \text{R}^1 \end{matrix}$	amide	$\text{R}-\text{O}-\text{R}'$	éther-oxyde
$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{R}^1 \\ // \\ \text{N} \end{matrix}$	nitrile	$\text{R}-\text{X}$	halogénure

Table 2 – Liste non exhaustive des fonctions chimiques organiques. La lettre R pour « radical » représente une chaîne carbonée quelconque

B) Classes des amines et des alcools

Comme pour les atomes de carbone, on distingue différentes classes au sein des amines et des alcools :

alcool primaire	$\text{R} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{H}$	amine primaire	$\text{R} - \text{NH}_2$
alcool secondaire	$\begin{array}{c} \text{R}^2 \\ \\ \text{R}^1 - \text{CH} - \text{O} - \text{H} \end{array}$	amine secondaire	$\begin{array}{c} \text{R}^2 \\ \\ \text{R}^1 - \text{NH} \end{array}$
alcool tertiaire	$\begin{array}{c} \text{R}^2 \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{O} - \text{H} \\ \\ \text{R}^3 \end{array}$	amine tertiaire	$\begin{array}{c} \text{R}^2 \\ \\ \text{R}^1 - \text{N} \\ \\ \text{R}^3 \end{array}$
		ammonium quaternaire	$\begin{array}{c} \text{R}^2 \\ \\ \text{R}^1 - \text{N}^{\oplus} - \text{R}^4 \\ \\ \text{R}^3 \end{array}$

Table 3 – Classes des alcools et des amines (R , R^1 , R^2 , R^3 et $\text{R}^4 \neq \text{H}$)

IV Nomenclature des molécules organiques

Le principe de la nomenclature est de savoir établir sans ambiguïté, à partir du nom d'un produit, sa structure, et inversement.

UN nom \iff UNE molécule

Des règles sont établies par un organisme international : l'IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). On utilisera donc la « nomenclature IUPAC » pour nommer les composés chimiques : on parle de **nomenclature systématique**. Principalement, deux nomenclatures systématiques sont en usage : la nomenclature substitutive (la plus utilisée et dont l'usage est recommandé en chimie organique) et la nomenclature radicofonctionnelle (utilisée pour quelques fonctions chimiques). Enfin, certains composés ont un nom usuel, consacré par l'usage, qui n'a rien de systématique, mais qui relève quand même d'une nomenclature universelle, reconnue par tous les chimistes.

A) Préliminaire : nomenclature liée à la chaîne carbonée

A.1 Radical associé à une chaîne carbonée linéaire

Toute chaîne carbonée linéaire est désignée par un préfixe indiquant le nombre d'atomes de carbone la caractérisant, appelé radical.

A.2 Terminaison d'insaturation

Pour nommer les alcanes, le radical de la chaîne carbonée est suivi de la terminaison « ane »
 Pour les alcènes, la terminaison « ane » des alcanes est remplacée par la terminaison « ène », et pour les alcynes, elle est remplacée par la terminaison « yne ».

méth-	CH_3^-	hex-	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5^-$
éth-	$\text{CH}_3-\text{CH}_2^-$	hept-	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6^-$
prop-	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2^-$	oct-	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7^-$
but-	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3^-$	non-	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8^-$
pent-	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4^-$	déc-	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_9^-$

Table 4 – Radicaux associés aux dix premières chaînes carbonées linéaires

Un hydrocarbure peut comporter plusieurs liaisons doubles, la terminaison « ène » est alors précédée du terme multiplicatif correspondant (diène, triène, etc.). De même, le nom d'un hydrocarbure comportant une ou plusieurs liaisons triples contient la terminaison « yne » précédée du terme multiplicatif correspondant (diyne, triyne, etc.).

A.3 Substituants alkyles

Dans le cas des alcanes ramifiés, la structure contient plusieurs chaînes alkyles. Pour nommer la molécule, il faut distinguer :

- une chaîne carbonée linéaire, dite « chaîne principale » (dont le choix sera étudié au paragraphe suivant) ;
- des chaînes carbonées secondaires, appelées « ramifications » ou substituants alkyle.

Pour qu'il n'y ait pas de confusion entre ces chaînes de natures différentes, on utilise des terminaisons distinctes pour les repérer :

- le nom de la chaîne principale est formé du radical de la chaîne carbonée suivi des terminaisons d'insaturations « ane », « ène » ou « yne » ;
- le nom d'un substituant alkyle est formé du radical de la chaîne carbonée qui lui correspond, suivi de la terminaison « yle ».

A.4 Préfixe pour les chaînes carbonées cycliques

Pour les cyclanes, on ajoute le préfixe cyclo devant le nom de l'alcane linéaire correspondant. Il en est de même pour les cyclènes.

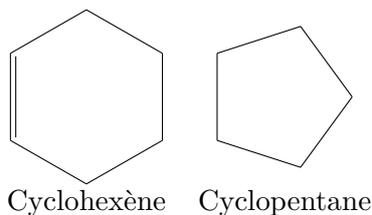


Table 5 – Hydrocarbures aliphatiques cycliques : formules topologiques d'un cycloalcane, et d'un cycloalcène

B) Règles générales de nomenclature

Le nom d'une molécule avec hétéroéléments se construit sur le même modèle que celui des hydrocarbures, mais avec en plus un suffixe directement relié à une fonction chimique principale. Les autres groupements fonctionnels (on parle de fonctions chimiques secondaires) apparaissent en préfixes avec les autres substituants. Le nom d'une molécule organique se forme alors en suivant la démarche suivante :

Préfixes + Radical + Insaturations + Suffixe

avec le *préfixe* qui donne les positions et noms des substituants, le *radical* qui correspond au nom de la chaîne principale, les *insaturations* qui correspondent aux positions des doubles et triples liaisons (le cas échéant) et le *suffixe* que donne la position (si nécessaire) et nom de la fonction principale.

Méthode 1 : Démarche à suivre pour nommer une molécule

1. Choisir la fonction principale : donner le suffixe
2. Choisir la chaîne principale : donner le radical
3. Numéroté la chaîne principale
4. Identifier les insaturations : donner la terminaison d'insaturation
5. Identifier les substituants et fonctions secondaires : donner les préfixes
6. Nommer la molécule

Étape 1 : Fonction principale/suffixe

Si une molécule comporte plusieurs fonctions chimiques différentes (éventuellement plusieurs fois une même fonction), l'une d'elles est prioritaire : c'est la fonction principale. C'est la première qui apparaît dans la séquence suivante (dans l'ordre dans lequel elles ont été présentées dans le tableau suivant).

Le suffixe désigne la fonction principale. Il existe un suffixe pour chaque fonction (sauf pour les fonctions éther-oxyde et halogénure qui ne sont jamais désignées par un suffixe). Dans le cas des hydrocarbures, l'absence de fonction entraîne l'absence de suffixe dans le nom et la démarche à suivre commence à l'étape 2.

Fonction chimique	Schéma	Suffixe (fonction principale)	Préfixe (fonction secondaire)
Acide carboxylique		acide ...oïque	
Anhydride d'acide		anhydride ...oïque	
Ester		...oate d'alkyle	
Chlorure d'acide		chlorure de ...oyle	
Amide		...amide	
Nitrile		...nitrile	cyano
Aldéhyde		...al	oxo
Cétone		...-i-one	oxo
Alcool		...-i-ol	hydroxy
Amine		...-i-amine	amino
Ether-oxyde			alkoxy
Halogénure			halogéno

Table 6 – Suffixes et préfixes à connaître pour les fonctions chimiques

Étape 2 : Chaîne principale / radical

Il faut choisir au sein de la structure une chaîne carbonée comme chaîne principale, avec les critères suivants examinés successivement jusqu'à ce qu'une solution apparaisse :

1. La chaîne principale doit comporter le groupement fonctionnel principal (ou le plus grand nombre de groupements fonctionnels principaux si la fonction principale apparaît plusieurs fois) ;
2. Un système cyclique a priorité sur une chaîne acyclique.

Entre plusieurs chaînes carbonées acycliques on choisit celle qui présente :

3. Le plus grand nombre de liaisons multiples (doubles et triples indifféremment) ;
4. Le plus grand nombre d'atomes de carbone ;
5. Le plus grand nombre de liaisons doubles ;
6. Le plus grand nombre de substituants.

Étape 3 : Numérotation

Le sens de la numérotation de la chaîne principale est choisi de manière à donner les indices les plus bas possibles aux caractères structuraux suivants, examinés successivement jusqu'à ce qu'une solution intervienne :

1. au(x) groupement(s) fonctionnel(s) principal(aux) ;
2. aux liaisons multiples (doubles et triples indifféremment) ;
3. aux liaisons doubles ;
4. aux substituants ;
5. s'il reste un choix, aux substituants cités les premiers dans l'ordre alphabétique.

Étape 4 : Insaturations / terminaison

Les insaturations sont indiquées à la suite du radical de la chaîne carbonée principale par « ane » (pas d'insaturation), « ène » (pour une double liaison), ou « yne » (pour une triple liaison). S'il y a une double et une triple : « ényne ».

Étape 5 : Substituants et fonctions secondaires / préfixes

Une fois la fonction principale et la chaîne principale choisies, la structure laisse apparaître des groupements secondaires, appelés substituants. De manière générale, ces substituants sont désignés par des préfixes. On distingue :

- les substituants alkyle (méthyle, éthyle, etc.) ;
- les fonctions secondaires, c'est-à-dire les groupements fonctionnels qui ne sont pas « la fonction principale », dont les préfixes sont donnés dans le tableau 8.5 ;
- les atomes ou groupements d'atomes toujours désignés par un préfixe

iodo	I	alkoxy	OR (méthoxy-, éthoxy-, propoxy- ...)
bromo	Br	nitro	NO ₂
chloro	Cl	nitroso	NO
fluoro	F	azido	N ₃

Table 7 – Quelques préfixes désignant des atomes ou groupements d'atomes

Étape 6 : Nom de la molécule

Pour établir le nom de la molécule, on rassemble les données précédentes (suffixe, radical, terminaison, préfixes) en suivant la démarche.

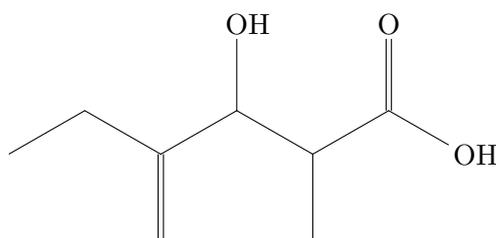
Quelques règles supplémentaires, données ci-dessous, doivent être respectées :

- **Classements des préfixes** : les préfixes sont donnés dans l'ordre alphabétique ;
- **Termes multiplicatifs** : lorsqu'un substituant, une insaturation ou une fonction est présent(e) plusieurs fois dans la molécule, respectivement, son préfixe, sa terminaison ou son suffixe est précédé d'un terme multiplicatif correspondant (di, tri, tétra, penta...). Attention, ce terme multiplicatif ne doit pas être pris en considération lors du classement des préfixes par ordre alphabétique.
- **Écriture de la numérotation** : les positions des substituants, des insaturations ou de la fonction principale sont notées par des chiffres, devant les préfixes, terminaisons ou suffixes concernés. Les chiffres sont séparés du texte par des tirets. Dans le cas d'un substituant présent plusieurs fois, les chiffres correspondant aux différentes positions sont séparés entre eux par des virgules et sont classés par ordre croissant.
- **Elision des voyelles** : le préfixe d'un substituant alkyle dans le nom d'une molécule est le nom du substituant alkyle élide de la lettre « e ». Par exemple, le nom du substituant CH₃- est méthyle, avec un « e » terminal ; mais dans le nom d'une molécule le « e » final du substituant est élide : méthyl. Par ailleurs, dans les terminaisons d'insaturations « ane », « ène » et « yne », le « e » terminal est élide devant une voyelle (exemple : propan-2-ol mais pentane- 1,4-diol).
- **Accentuation** : noter le changement de « è » en « é » lors d'une élision du « e » final de la terminaison « ène ».
- **Ajout de la voyelle « a »** : lorsque le radical de la chaîne carbonée est suivi d'une consonne, on y accole la lettre « a » de façon à maintenir l'alternance voyelle/consonne (exemple : penta-1,3-diène)

Exercice 1

(Solution à la page [12](#))

Nommer cette molécule :



V Noms usuels

Quelques noms usuels de molécules sont à connaître. Ces noms usuels de molécules courantes sont plus simples que les noms correspondants en nomenclature systématique et sont donc plus volontiers utilisés par les chimistes.

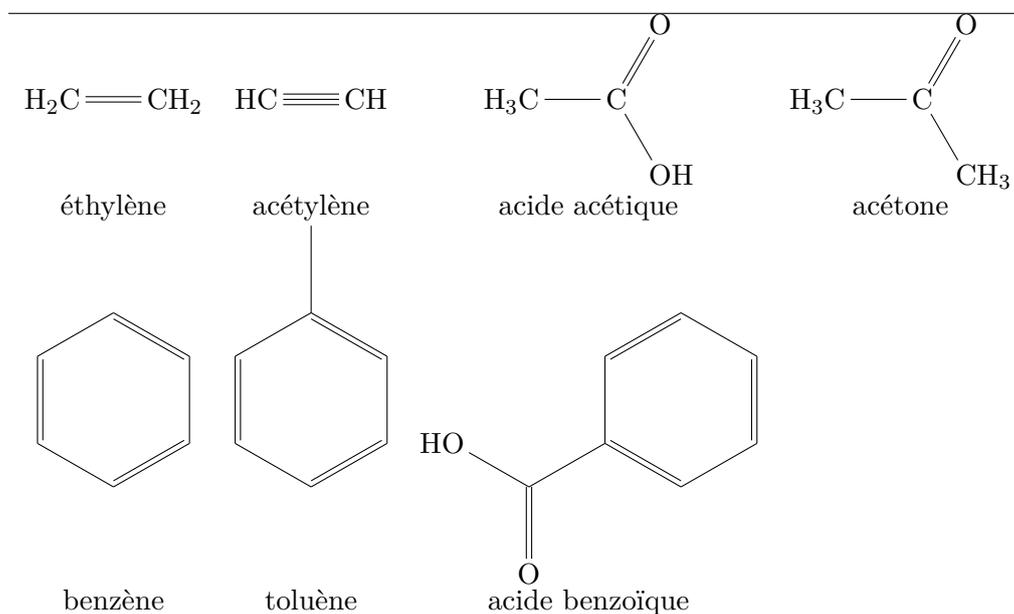


Table 8 – Nom usuel de quelques molécules courantes

De la même façon, certains substituants ont une dénomination usuelle. Pour l'ordre alphabétique, c'est toujours la première lettre de la dénomination qui compte.

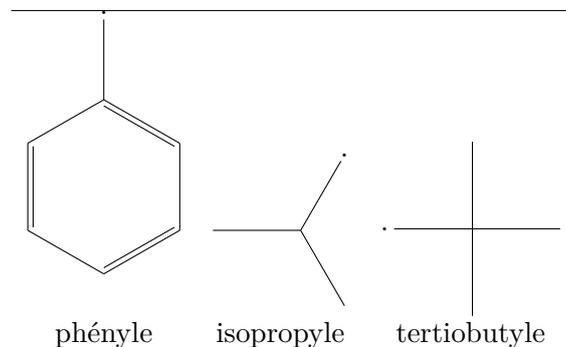


Table 9 – Nom usuel de quelques substituants courants

Solution de l'exercice 1 p.10

- Étape 1 :
La molécule comporte deux groupements fonctionnels : une fonction acide carboxylique et une fonction alcool. La fonction principale est la fonction acide carboxylique (elle apparaît dans la liste officielle avant la fonction alcool). Le suffixe sera oïque avec le mot acide devant.
- Étape 2 :
La chaîne principale comporte le carbone de la fonction principale et la double liaison (ici le critère déterminant est qu'elle comporte le plus grand nombre de liaisons multiples). C'est donc une chaîne de 5 atomes de carbone, le radical sera *pent*.
- Étape 3 :
Pour la numérotation, l'indice le plus bas est donné au carbone de la fonction principale qui porte donc le n°1.
- Étape 4 :
La double liaison indiquée par én est en position 4 (le e de ène est élidé à cause du oïque qui suit, et le è devient é).
- Étape 5 :
On identifie les substituants suivants : un méthyle en position 2, la fonction secondaire en position 3 et un éthyle en position 4. Les préfixes, par ordre alphabétique, seront donc : éthyl, hydroxy et méthyl.
- Étape 6 :
Cette molécule est donc l'**acide 4-éthyl-3-hydroxy-2-méthylpent-4-énoïque**.