

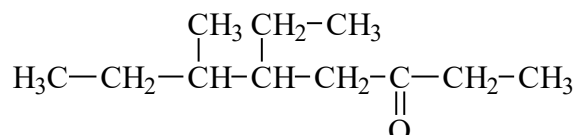
Activité S1.15 : Les molécules organiques : nomenclature

Quelques règles de nomenclature en chimie organique

La nomenclature substitutive

Elle repose sur un découpage de la molécule organique en deux parties :

- une structure de base appelée **composé fondamental** ;
- des **substituants**.



Ici la chaîne carbonée de base (chaîne linéaire la plus longue à 8 C) du **composé fondamental** est l'octane, le **groupe caractéristique** est une fonction cétone « C=O » (alcaneone). On numérote la chaîne de gauche à droite pour que le **groupe caractéristique** ait le plus petit indice soit en position 3, le **composé fondamental** porte le nom d'**octan-3-one**.

Les **substituants** sont CH₃ (méthyle) en position 6 et CH₂-CH₃ (éthyle) en position 5. Le nom de la molécule est donc : **6-éthyl-5-méthyl-octan-3-one**.

Les groupes fonctionnels et caractéristique

Les **groupements** contenant des hétéroatomes (autre que C et H) ou les **liaisons multiples** (C=C ou C≡C) sont des **groupes fonctionnels**. Ils sont classés selon un ordre de préséance (dans le tableau ci-contre de haut en bas). Celui qui est classé premier porte le nom de **groupe caractéristique**.

Le nom du **groupe caractéristique** (classé premier) est placé en **suffixe** (sauf cas particulier).

La numérotation de la chaîne carbonée doit être telle que le carbone du groupe caractéristique ait l'indice **le plus petit** (pas forcément le nombre 1).

Dans le cas d'une **chaîne cyclique**, le **groupe caractéristique a obligatoirement l'indice 1**.

L'indice du carbone est noté entre deux tirets (-x-) **SAUF** s'il n'y a aucune ambiguïté, alors le nombre est omis.

Exemples en fin d'activité : nomenclature des principaux groupes caractéristiques en chimie organique. On remarquera que les composés contenant un cycle benzénique ont des noms spécifiques.

Un **groupe fonctionnel** est noté différemment s'il n'est pas le **groupe caractéristique**, il est alors un **groupe fonctionnel secondaire** et son nom est alors placé en **préfixe**.

Si un même **groupe fonctionnel** est présent plusieurs fois dans la molécule, on fait précéder son nom d'un terme multiplicatif (di, tri, tétra...) et des indices des atomes de carbone qui le portent.

Exemples : HOCH₂-CH₂OH : éthan-1,2-**diol** ; HO₂C-CH₂-CH₂-CO₂H : acide butaned**ioïque**

Groupe fonctionnel	Formule générale	Préfixe	Suffixe (en gras)
acide carboxylique	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	carboxy-	acide alcanoïque
anhydride d'acide	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R} \end{array}$		anhydride alcanoïque
ester	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{O}-\text{R}_2 \end{array}$	(R)-oxycarbonyl-	alcanoate d'alkyle
chlorure d'acyle	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{Cl} \end{array}$	chlorocarbonyl-	chlorure de alcanoyle
amide	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	carbamoyl-	alcanamide
nitrile	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$	cyano-	alcanenitrile
aldéhyde	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	formyl-	alcanal
cétone	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{R}_2 \end{array}$	oxo-	alcanone
alcool	$\text{R}-\text{OH}$	hydroxy-	alcanol
amine	$\text{R}-\text{NH}_2$	amino-	alcanamine

Le nom du **groupe fonctionnel** d'une liaison double ($\text{C}=\text{C}$; alcane \rightarrow alcène) ou d'une liaison triple ($\text{C}\equiv\text{C}$; alcane \rightarrow alcyne) s'intercale avant le suffixe du **groupe caractéristique** s'il n'est pas lui-même le **groupe caractéristique** \Rightarrow **composé fondamental insaturé**.

Exemples : $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ propane \rightarrow $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ propène
 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_2\text{OH}$ butan-1-ol \rightarrow $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ but-3-yn-1-ol

Certains **groupes fonctionnels**, comme les halogénures ($-\text{F}$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$, $-\text{I}$) et quelques autres ne peuvent se trouver que sous la forme de **préfixe** :

Groupe fonctionnel	Formule générale	Préfixe
chlorure	$\text{R}-\text{Cl}$	chloro-
bromure	$\text{R}-\text{Br}$	bromo-
iodure	$\text{R}-\text{I}$	iodo-
fluorure	$\text{R}-\text{F}$	fluoro-
hydroperoxyde	$\text{R}-\text{O}-\text{OH}$	hydroperoxy-
étheroxyde	$\text{R}-\text{O}-\text{R}'$	(R')-oxy-
peroxyde	$\text{R}-\text{O}-\text{O}-\text{R}'$	(R')-peroxy-

Exemples : $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ propane \rightarrow $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$ 1-chloropropane
 \rightarrow $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ propène \rightarrow $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OCH}_2-\text{CH}_3$ 3-éthoxypropène

Différents types de substituants

Les **substituants** sont les atomes ou groupes d'atomes liés au **composé fondamental** par le remplacement des atomes d'hydrogène de ce dernier.

Il s'agit des **groupes fonctionnels secondaires** ou des **substituants hydrocarbonés** (ne contenant que C et H) ou des ramifications, ils sont toujours notés en **préfixe**.

Devant le nom des **substituants**, on indique l'indice du carbone qui les porte séparé d'un tiret (-), s'il est porté par un hétéroatome (azote), on indique le symbole de l'élément séparé d'un tiret (N-)

Lorsqu'un de ces **substituants** est présent plusieurs fois dans la molécule, il sera précédé d'un terme multiplicatif (di, tri, tétra...) et des indices de chacun des atomes auxquels ils sont liés.

Si un même substituant est deux fois sur le même carbone on répète deux fois l'indice du carbone.

Pour les **substituants hydrocarbonés**, leur nom dérive de l'hydrocarbure que l'on obtient en remplaçant le tiret de liaison par un atome d'hydrogène. On remplace la terminaison « ane » par « yle » dans le cas des hydrocarbures saturés ; la terminaison « ène » par « ènyle » ou « yne » par « ynyle » dans le cas des hydrocarbures insaturés.

Exemple : éthane → éthyle, éthène → éthènyle, éthyne → éthynyle.

Dans le nom de la molécule, on fait l'élision du « e » final pour noter le **substituant en préfixe**.

Exemple : éthyle → éthyl, éthènyle → éthènyl, éthynyle → éthynyl.

Principaux groupes alkyles en nomenclature internationale :

Formule de l'alcane (RH)	Nom de l'alcane	Formule du groupe alkyle (-R)	Nom du groupe alkyle	Abréviation du groupe
CH ₄	méthane	-CH ₃	méthyle	Me
C ₂ H ₆	éthane	-CH ₂ CH ₃	éthyle	Et
C ₃ H ₈	propane	-CH ₂ CH ₂ CH ₃	propyle	Pr
C ₄ H ₁₀	butane	-(CH ₂) ₃ CH ₃	butyle	Bu
C ₅ H ₁₂	pentane	-(CH ₂) ₄ CH ₃	pentyle	Pent
C ₆ H ₁₄	hexane	-(CH ₂) ₅ CH ₃	hexyle	Hex
C ₆ H ₁₂	cyclohexane	-(C ₆ H ₁₁)	cyclohexyle	cyHex
C ₆ H ₆	benzène	-(C ₆ H ₅)	phényle	Ph
C ₇ H ₁₆	heptane	-(CH ₂) ₆ CH ₃	heptyle	
C ₈ H ₁₈	octane	-(CH ₂) ₇ CH ₃	octyle	
C ₉ H ₂₀	nonane	-(CH ₂) ₈ CH ₃	nonyle	
C ₁₀ H ₂₂	décane	-(CH ₂) ₉ CH ₃	décyle	
C ₁₁ H ₂₄	undécane	-(CH ₂) ₁₀ CH ₃	undécyle	

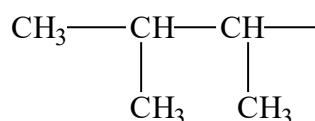
Exemples : CH₃-CCl₂-CH₃ 2,2-dichloropropane
ClCH₂-CCl₂-CH₃ 1,2,2-trichloropropane
Cl₂CH-CCl₂-CH₃ 1,1,2,2-tétrachloropropane
CH₃-CH₂-NH-CH₃ N-méthyléthamine

Certains groupes alkyles ont conservé des noms usuels :

Groupe alkyle	Nom usuel	Abréviation	Nom systématique
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{---CH---} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	isopropyle	iPr	1-méthyléthyle
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{---CH---CH}_2\text{---} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	isobutyle	iBu	2-méthylpropyle
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	secbutyle	sBu	1-méthylpropyle
$\begin{array}{c} \\ \text{CH}_3\text{---C---CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	tertiobutyle	tBu	1,1-diméthyléthyle

Les groupes alkyles en nomenclature systématique seront écrits entre parenthèses.

Exemple : x-(1,2-diméthyl propyl)



Un tel groupe présent plusieurs fois dans la molécule sera précédé d'un terme multiplicatif (bis, tris, tétrakis...) placés devant la parenthèse.

Exemple : x,y-bis(1,2-diméthyl propyl).

activité 15.1 Quelques molécules simples

Écrire la formule plane semi-développée des molécules suivantes :

- acide butanoïque
- chlorure de butanoyle
- butanoate de méthyle
- butanamide
- butanenitrile
- butanone
- butanal
- but-2-ène
- but-1-yne
- butan-2-ol
- butan-1-amine
- 1-méthoxybutane
- 2-chlorobutane
- cyclohexanone
- cyclohexène
- cyclohexanol
- cyclohexanamine
- méthoxycyclohexane
- chlorocyclohexane

N.B. : le cyclohexane (C₆H₁₂) est différent du benzène (C₆H₆)

Nomenclature des molécules acycliques

Détermination de la chaîne principale

La chaîne principale doit contenir :

- 1°) le groupe caractéristique ;
- 2°) le maximum d'insaturations (liaisons multiples) ;
- 3°) la chaîne carbonée la plus longue ;
- 4°) le nombre maximal de substituants désignés en préfixe.

Les critères du 1°) au 4°) sont à satisfaire dans cet ordre.

Repérage des substituants

Toutes les parties de la molécule qui ne sont pas la chaîne principale sont des substituants :

- 1°) On numérote la chaîne principale de façon que le suffixe désignant le groupe caractéristique ait l'indice le plus faible et l'un des carbones en bout de chaîne ait l'indice 1 ;
- 2°) on attribue les indices aux insaturations de la chaîne (premier carbone rencontré) ;
- 3°) on attribue aux substituants leur indice de sorte que leur somme soit minimale.

Autrement dit, s'il n'y a pas de suffixe on se préoccupe de la numérotation des insaturations et s'il n'y a pas non plus lieu d'utiliser le 2°), on utilise le 3°).

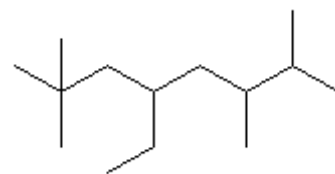
Notation

- 1°) On nomme le composé fondamental ;
- 2°) on note les substituants devant le nom du composé fondamental **dans l'ordre alphabétique** en les faisant précéder de leur(s) indice(s) et de leur terme multiplicatif.

activité 15.2 Alcanes ramifiés

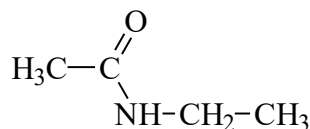
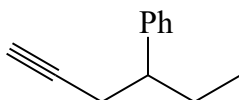
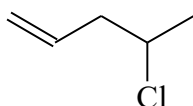
a°) Donnez le nom officiel du composé ci-contre :

b°) Dessinez la formule plane du 3,6-diéthyl-4,5-diméthylundécane.



activité 15.3 Quelques fonctions

a°) Nommez les composés suivants :



b°) Nommez les groupes fonctionnels, en déduire le groupe caractéristique ; dessinez les formules planes du **composé fondamental** puis de la molécule complète pour les composés suivants :

- 2-éthoxy-3-méthylbutane ;
- 3-hydroxypentanal ;
- chlorure de 3-chlorobutanoyle ;
- 2-aminopropanoate d'éthyle.

activité 15.4 Du nom officiel à la formule

Dessinez la formule plane du **composé fondamental** puis de la molécule complète :

- | | |
|-----------------------------------|--|
| a°) 3,4-diméthylpent-1-ène ; | e°) 1-cyclopropyl-4-méthylpent-2-ène ; |
| b°) 2-chloro-3-méthylpent-2-ène ; | f°) chlorure de propanoyle ; |
| c°) N-méthylbutanamide ; | g°) propanoate d'éthyle. |
| d°) acide 3-hydroxybutanoïque ; | |

N.B. : le substituant cyclopropyle est un cycle à 3 atomes de carbone dont l'un d'eux est lié par une liaison simple au composé fondamental.

Nomenclature des molécules cycliques

Détermination de la numérotation du cycle

Les **n** atomes du cycle sont numérotés dans l'ordre de 1 à n :

- 1°) l'atome d'indice 1 est celui qui porte le groupe caractéristique ;
- 2°) la numérotation se fait ensuite de telle manière que l'atome qui porte le deuxième substituant dans l'ordre de préséance est l'indice le plus petit possible.

Repérage des autres substituants

- 1°) On attribue les indices aux insaturations du cycle (premier carbone rencontré) ;
- 2°) on attribue aux autres substituants les indices correspondant à la numérotation cyclique.

Nomenclature du cycle

- 1°) Le nom du cycle est celui du cycloalcane ;
- 2°) le groupe caractéristique de la molécule donne le nom du composé fondamental ;
- 3°) les insaturations du cycle trouvent leur place en suffixe intercalé ;
- 4°) les autres substituants trouvent leur place en préfixe.

Notation

- 1°) On nomme le composé fondamental ;
- 2°) On note les substituants devant le nom du composé fondamental dans l'ordre alphabétique en les faisant précéder de leur(s) indice(s) et de leur terme multiplicatif.

activité 15.5 Du nom officiel à la formule

Dessinez la formule plane du **composé fondamental** puis de la molécule complète :

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| a°) 1,2-diméthylcyclohexane ; | d°) 3-hydroxycyclobutanone ; |
| b°) 3-chloro-2-méthylcyclopentène ; | e°) 3,3-diméthylcyclopentène ; |
| c°) 4-aminocyclohexanol ; | f°) 2-phénylcyclohex-3-ènone. |

N.B. : ● ne pas confondre cyclohexane (C₆H₁₂) et benzène (C₆H₆) ;

● le substituant phényle (-C₆H₅) est un cycle à 6 atomes de carbone (équivalent du benzène C₆H₆) dont l'un d'eux est lié par une liaison simple au composé fondamental.