

Nomenclature en chimie organique

Les règles de nomenclature pour la chimie organique sont fixées par un organisme international, l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée, et adaptées en France par la Commission Française de Nomenclature en Chimie Organique. La Société Chimique de France a publié les règles de 1965 et des compléments qui les rendent conformes aux règles de 1969.

Les changements de programmes dans l'enseignement secondaire peuvent être l'occasion d'un effort de mise en conformité de notre vocabulaire avec ces règles. Ces règles tendent à simplifier la nomenclature, mais tiennent compte dans de nombreux cas de l'usage établi. Cependant, pour des raisons de facilité, nous pourrions tendre vers l'utilisation de la nomenclature la plus systématique. C'est celle qui « passe » le mieux auprès des élèves.

Ce qui suit rassemble les informations, issues des publications citées, qui me paraissent nouvelles. Des remarques personnelles sont précédées dans le texte d'une vignette ●.

COMPOSE FONDAMENTAL, COMPOSE DERIVE.

Un nom fondamental est un nom à partir duquel un autre nom est dérivé grâce à une opération déterminée. Par exemple, le remplacement d'un hydrogène du composé de formule brute C_2H_6 (composé fondamental) par un groupe hydroxyde OH donne le composé de formule CH_3CH_2OH (composé dérivé). Le nom « éthanol » dérive du nom fondamental « éthane ».

A un niveau élémentaire, un alcane est souvent le composé fondamental. « *Alcane* » est le *nom générique* des hydrocarbures saturés acycliques, linéaires ou ramifiés.

● (Le cyclohexane, par exemple, n'est donc pas un alcane, malgré la terminaison de son nom).

RADICAL, GROUPE (le mot « groupe » a été retenu de préférence à « groupement »).

Du point de vue de la nomenclature, on appelle substituant tout atome ou groupe d'atomes remplaçant l'hydrogène dans un composé fondamental. La commission de nomenclature emploie

le mot « radical » dans ce sens de substituant. Un radical est noté par un tiret représentant une valence libre (ou plusieurs tirets pour des groupes multivalents).

● Le tiret issu d'un atome indique un électron prêt à former avec un autre atome une liaison covalente. Un tel tiret n'aboutit pas alors à un autre atome. On figure ainsi le groupe $-\text{CH}_3$. (Dans son livre de 1^{re}, M. CROS propose de noter cet électron par une croix, dans le but de comptabiliser les électrons). Un tel substituant est considéré formellement, sans se soucier de structure (en particulier de l'atome terminal).

● On réserve habituellement le mot « radical » à l'entité chimique qui possède un (ou plusieurs) électron(s) célibataire(s), avec une structure déterminée, espèce plus ou moins stable, rencontrée en particulier dans les réactions radicalaires.

La commission de nomenclature utilise ici l'expression « radical libre ».

Quand un groupe dérive formellement d'un alcane linéaire par enlèvement d'un atome d'hydrogène porté par un atome de carbone en bout de chaîne dans l'alcane, son nom s'obtient en remplaçant la terminaison « ane » du nom de l'alcane par la terminaison « yle ». Le groupe $-\text{CH}_3$ est le groupe méthyle. Le nom générique de ces groupes est *alkyle* (l'ancienne appellation alcoyle doit être oubliée). Ces groupes constituent la classe des « alkyles normaux » ou « alkyles non ramifiés ». L'atome de carbone auquel le tiret est lié porte le numéro 1.

Les symboles R sont utilisés pour désigner des groupes univalents liés par l'intermédiaire d'un atome de carbone et dérivés de composés aliphatiques, carbocycliques ou hétérocycliques, qui peuvent être saturés ou insaturés, substitués ou non. Ces symboles ne sont pas utilisés pour désigner les groupes $-\text{CN}$, $-\text{CNO}$, $-\text{CNS}$, ni pour des groupes liés directement grâce à $\text{C} = \text{X}$, où X est O, S, Se, Te, NH (substitué ou non).

Jusqu'à trois groupes, on écrit : R, R', R'' ou R¹, R², R³. Au-delà de trois groupes, la séquence R¹, R², R³, R⁴, etc. est recommandée (*indices supérieurs*). La notation R₂, R₃, signifie en effet la répétition de 2 ou 3 groupes R identiques.

La notation R est souvent utilisée restrictivement (préférentiellement) pour les groupes alkyles.

Préfixes multiplicatifs.

Pour indiquer un ensemble de groupes non substitués ou d'unités structurales fondamentales identiques, on utilise les préfixes multiplicatifs di-, tri-, tétra-, penta-, hexa-, etc.

Exemples : éthanediol-1,2 ; triméthylamine ; tétraméthyl-2,2,3,4, pentane.

Un ensemble de groupes identiques, tous substitués de la même manière, est désigné par les préfixes multiplicatifs bis, tétrakis, pentakis, etc. Un groupe substituant peut être mis entre parenthèses.

Exemple : bis (méthyl-2 pentyl) amine.

NOMENCLATURE DES ALCANES A CHAINES RAMIFIEES.

Le nombre d'atomes de carbone de la chaîne carbonée la plus longue (dite chaîne principale) détermine le nom de l'alcane. Les groupes alkyle substituants sont désignés par des préfixes accolés au nom de l'alcane constituant la chaîne principale.

La position de ces substituants est indiquée par un indice, qui est le numéro du carbone porteur de ce substituant. Les atomes de carbone de la chaîne principale sont numérotés d'un bout à l'autre de la chaîne par des chiffres arabes. Il y a deux possibilités de numérotage selon qu'on suit la chaîne dans un sens ou dans l'autre. Pour choisir le sens du numérotage :

- on détermine les indices des atomes de carbone auxquels sont liés les substituants de la chaîne principale ; on les classe par ordre croissant ;
- on choisit par convention celui des deux ensembles d'indices obtenus qui comporte l'indice le plus bas à l'occasion de la première différence qui apparaît quand on compare les deux ensembles terme à terme à partir du début. Ce principe est appliqué sans tenir compte de la nature des substituants.

Le nom du groupement alkyle substituant est suivi d'un tiret et de l'indice de position. La terminaison -e de « alkyle » s'élide alors. Dans le cas de plusieurs substituants identiques, on utilise les préfixes di-, tri-, ... ; les indices sont alors séparés par des virgules. Les substituants sont alors indiqués dans l'ordre alphabétique. Cet ordre alphabétique ne prend pas en compte des préfixes di-, tri-, etc.

Exemple : éthyl-7 diméthyl-2,8 décane. Les deux ensembles d'indices des atomes de carbone sont :

2 7 8 (somme 17)

3 4 9 (somme 16).

Autre exemple : triméthyl-2,3,5 hexane. Les deux ensembles d'indices possibles sont 2,3,5 (somme 10) et 3,4,5 (somme 12).

GRUPE CARACTERISTIQUE.

Le terme « fonction » introduit dans les règles de Liège, première étape dans les règles de nomenclature internationale, n'y était ni défini ni expliqué. Les règles actuelles abandonnent ce terme, et utilisent à la place le terme de *groupe caractéristique*.

● Le programme de chimie pour les classes de première, ainsi que certains ouvrages du secondaire ne prononcent jamais ce terme de fonction. La présentation des alcools, amines, etc. est donnée seulement à partir de la structure. Dans le programme de la classe de terminale, le mot fonction apparaît, lié à l'étude de réactions caractéristiques. Cette notion de fonction est consacrée par l'usage, mais non reprise par les règles de l'U.I.C.P.A. Faut-il la conserver ?

Ces termes « fonction » et « groupement fonctionnel », comme dans les règles actuelles, ne sont pas utilisés ci-après.

On appelle *groupe caractéristique* un atome ou un groupe d'atomes qui est introduit dans un composé fondamental, autrement que par une liaison directe carbone-carbone mais qui peut

toutefois comprendre les groupes $—C \equiv N$ et $\begin{array}{l} \diagup \\ C = x \\ \diagdown \end{array}$ où x est O,

S, Se, Te, NH (substitué ou non). Cette expression « groupe caractéristique » s'applique à la fois à des groupes tels que OH, NH₂, COOH et à des atomes seuls tels qu'un halogène, un oxygène (= O) ou un azote ($\equiv N$). Les groupes comme le groupe alkyle sont exclus.

Exemple : le groupe hydroxyde $—OH$ est le groupe caractéristique des alcools ; les alcools forment une *classe de composés* chimiques. (Mais tous les composés comportant dans leur structure le groupe hydroxyle ne sont pas des alcools !)

Deux modes principaux de nomenclature sont possibles : la nomenclature substitutive et la nomenclature radico-fonctionnelle. La première doit, en général, être préférée.

NOMENCLATURE SUBSTITUTIVE.

En nomenclature substitutive, les groupes caractéristiques sont classés dans un ordre de priorité décroissante. Le groupe prioritaire, dit groupe principal, est désigné par un suffixe. Tous les autres groupes caractéristiques sont désignés par des préfixes. Quelques groupes caractéristiques ne peuvent être désignés que par des préfixes. Les tableaux suivants donnent les noms des principaux préfixes et l'ordre de priorité décroissante des groupes caractéristiques.

Tableau 1

Groupes caractéristiques désignés par des préfixes

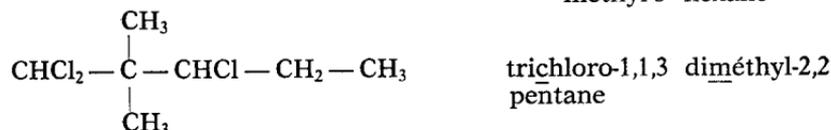
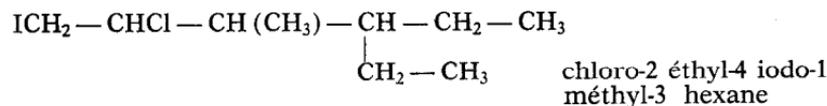
Classe fonctionnelle	Groupe caractéristique	Préfixe
chlorure	— Cl	chloro
bromure	— Br	bromo
iodure	— I	iodo
fluorure	— F	fluoro
alcools	— OH	hydroxy (1)
amines	— NH ₂	amino (1)
	— N ₂	diazo
	— NO	nitroso
	— NO ₂	nitro
	— OR	R-oxy
	— SR	R-thio

(1) Ces groupes sont parmi ceux qui sont cités les seuls qui puissent être nommés aussi par des suffixes.

Le groupe carboxyle — COOH est ainsi prioritaire devant le groupe amino — NH₂ ; un composé possédant ces deux groupes est un amino-acide (● le terme acide aminé n'apparaît pas dans les règles de l'U.I.C.P.A.).

Les préfixes (désignant des groupes R ou des groupes caractéristiques) sont rangés par ordre alphabétique devant le nom fondamental. Les préfixes multiplicatifs (si nécessaire) n'altèrent pas l'ordre alphabétique établi.

Exemples :



Le groupe caractéristique principal (désigné par un suffixe) doit avoir l'indice le plus bas possible. C'est donc 1 pour l'atome de carbone du groupe carboxyle.

S'il subsiste un choix, le numérotage est effectué comme pour les alcanes substitués.

Tableau 2

*Quelques classes de composés
rangées dans l'ordre de priorité décroissante
des groupes caractéristiques*

Classe	Groupe caractéristique	Préfixe	Suffixe
cations onium (oxonium, ammonium)		X-onio X-onia	-onium
acides carboxyliques sulfoniques	— (C) OOH — SO ₃ H	carboxy- sulfo-	acide... oïque acide... sulfonique
dérivés des acides :			
— anhydrides	— (C) O — O — (C) O —		anhydride... oïque
— esters	— (C) OOR		-oate de R
— halogénures d'acyle	— (C) O — X	halogéno- formyl-	halogénure de... oyle
— amides	— (C) O — NH ₂		-amide
— nitriles	— CN — (C) N	cyano-	-nitrile
aldéhydes	— (C) HO	oxo-	-al
cétones	(C) = O	oxo-	-one
alcools, phénols	— OH	hydroxy-	-ol
amines	— NH ₂	amino-	-amine
éthers-oxydes	— OR	R-oxy-	

Les atomes de carbone indiqués entre parenthèses sont inclus dans le nom de la structure fondamentale et non dans le suffixe ou préfixe.

On trouvera des tableaux plus complets dans la référence citée.

NOMENCLATURE RADICO-FONCTIONNELLE.

Un mot tel que cétone, chlorure ou alcool, utilisé comme suffixe ou comme mot séparé est celui d'une « classe fonctionnelle ». Un nom radico-fonctionnel est formé avec un nom de groupe-ment (alkyle, acyle, etc.) et le nom d'une classe fonctionnelle.

Cette nomenclature est encore utilisée pour les halogénures d'alkyle (halogénoalcanes en nomenclature substitutive), les

amines (alkylamines au lieu d'alcanamines en nomenclature substitutive), les éthers-oxydes (oxydes d'alkyle).

NOMS GENERIQUES.

Ce terme apparaît pour les alcanes, alcènes, alcynes et pour les groupes alkyles.

« Alcène » est le nom générique des hydrocarbures insaturés acycliques linéaires ou ramifiés comportant *une* double liaison. Avec deux ou trois doubles liaisons, on a un alcadiène, un alca-triène, etc. De même pour les alcynes. Pour le nom fondamental, on considère la chaîne carbonée la plus longue contenant la double ou la triple liaison.

● Il me semble positif d'étendre ces noms génériques aux dérivés des alcanes possédant un groupe caractéristique. Le nom ainsi obtenu porte en lui le mode d'obtention du nom du composé à partir du nom fondamental. On peut ainsi parler d'un alcanol, d'une alcanamine, d'un alcanal, d'une alcanone, d'un acide alcanoïque, d'une alcanamide, d'un alcanenitrile, d'un alcanoate d'alkyle, d'un chlorure d'alcanoyle, d'un alcoxyalcanes, etc.

Il faut alors évidemment considérer la chaîne carbonée la plus longue comportant le groupe caractéristique, pour avoir chaque fois le nom fondamental.

NOMS TRIVIAUX.

Ce sont des noms dont aucune partie n'a de signification systématique. En nomenclature U.I.C.P.A., quelques noms triviaux et des noms semi-triviaux, consacrés par l'usage, sont « retenus », voire préférés aux noms systématiques. Il en est ainsi de l'éthylène, de l'acétylène, de l'acide acétique (ce dernier nom donnant des noms dérivés comme groupe acétyle), etc.

● Lorsqu'un choix est possible, je pense qu'on aidera les élèves débutants en chimie en prenant le plus souvent les noms systématiques.

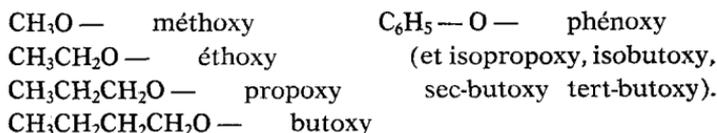
REMARQUES SUR LA NOMENCLATURE DE QUELQUES CLASSES DE COMPOSES.

Groupement dérivé d'un alcool : RO —.

Un tel groupement est nommé en ajoutant le suffixe « -oxy » au nom du groupement R.

Exemple : $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$ — groupement pentyloxy.

Exceptions : formation raccourcie (● type « alcoxy ») pour :



Ethers-oxydes.

Les composés $\text{R}^1 - \text{O} - \text{R}^2$ sont désignés par le nom générique « d'éthers-oxydes ».

Le nom substitutif d'un éther-oxyde est formé en utilisant le nom du groupe R^1O — comme préfixe apposé au nom de l'hydrocarbure correspondant au second groupe R^2 —.

Exemple : $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2\text{CH}_3$: méthoxyéthane.

Le nom radico-fonctionnel d'un éther-oxyde est formé en faisant précéder de « oxyde de » les noms des groupes R^1 et R^2 .

Le corps de l'exemple est l'oxyde d'éthyle et de méthyle (ordre alphabétique pour nommer les groupes alkyles).

Amines.

AMINES PRIMAIRES. RNH_2 .

Les monoamines primaires sont nommées en ajoutant la terminaison « -amine » :

- a) soit au nom du groupe R (nomenclature radico-fonctionnelle, généralement préférable pour les dérivés des composés fondamentaux simples),
- b) soit au nom du composé fondamental RH (nomenclature substitutive) :

$\text{CH}_3\text{CH}_2 - \text{NH}_2$ est a) l'éthylamine,

b) l'éthanamine (le « e » de l'alcane s'élide).

AMINES SECONDAIRES ET TERTIAIRES.

Celles qui sont symétriques sont nommées en plaçant respectivement devant le nom du groupement, le préfixe « di » ou « tri » et, à la suite du nom, la terminaison « -amine ».

Exemple : triéthylamine.

Les amines secondaires et tertiaires non symétriques :



lorsqu'elles ne sont pas trop compliquées, sont nommées comme des produits de substitution d'une amine primaire. Le plus

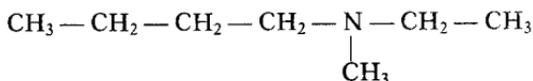
compliqué des groupes R est choisi pour constituer l'amine primaire fondamentale.

Exemples :



N,N-diméthyl-propylamine

N,N-diméthyl-propanamine



N-éthyl *N*-méthyl-butylamine

N-éthyl *N*-méthyl-butanamine.

● Les noms en nomenclature substitutive, non indiqués dans la référence citée ne semblent pas exclus.

L'emploi du préfixe amino est plutôt réservé aux cas où il y a un autre groupe caractéristique prioritaire.

Chlorures d'acyles. Halogénures d'acyles.

Ce sont les composés dans lesquels le groupe hydroxyde d'un carboxyle est remplacé par un halogène, du type $\text{R}-\text{CO}-\text{X}$.

Le groupe $\text{R}-\text{CO}-$ est nommé groupe acyle.

● L'appellation chlorure d'acide est introuvable dans la référence citée. Je pense donc qu'elle ne doit plus exister. Son remplacement par chlorure d'acyle est d'ailleurs bien plus logique.

Les halogénures d'acyles sont nommés en faisant suivre le nom de l'anion halogénure de celui du groupe acyle.

Exemple : $\text{CH}_3 - \text{COCl}$ chlorure d'acétyle
(ou chlorure d'éthanoyle).

Amides.

Le mot *amide* est féminin. On dit : *une amide*.

Les composés contenant un, deux ou trois groupes acyles liés à l'azote sont désignés par le nom générique d'« amides ». Quand un seul groupe acyle est fixé à l'atome d'azote, on utilise le terme générique d'« amide primaire », pour deux groupes acyles liés à l'atome d'azote, celui d'« amide secondaire » et pour trois groupes acyles fixés à l'azote, celui d'« amide tertiaire ». Les amides dérivées d'acides carbonés peuvent être appelées carboxamides. Les amides primaires et secondaires substituées à l'azote peuvent être aussi considérées comme des acylamines ou, d'une manière plus précise, comme des monoacylamines et des diacylamines respectivement.

Les noms des amides primaires dans lesquelles le groupe NH_2 n'est pas substitué dérivent des noms systématiques des acides correspondants en remplaçant la terminaison « -ique » ou « -oïque » de l'adjectif spécifique du nom de l'acide par « -amide ». Ceci s'applique aux noms triviaux des acides.

Exemples : hexanamide ; acétamide.

Les amides primaires substituées à l'azote $\text{R}^1-\text{CO}-\text{NHR}^2$ et $\text{R}^1-\text{CO}-\text{NR}^2\text{R}^3$ ont été nommées aussi amides secondaires et amides tertiaires respectivement, mais cet usage est déconseillé. Ces amides peuvent être nommées comme des amides substituées à l'azote, les substituants R^2 et R^3 étant désignés par des préfixes.

Exemple : *N*-méthyl-propanamide.

CONCLUSION.

● Dans cette nomenclature de 1969, de nombreux points semblent peu connus et peu utilisés. Ce qui est proposé est encore quelquefois imprécis. Certains termes (sels neutres, sels acides,...) sont utilisés, alors qu'il me semble que l'on cherche à les éviter ou les proscrire dans l'enseignement.

La nomenclature substitutive n'est pas toujours la préférée. Que les chimistes confirmés préfèrent des noms triviaux plus courts est normal. Mais je pense que nous rendrons cette chimie plus accessible aux élèves en systématisant le plus possible la nomenclature. Le présent exposé ne traite pas, et de loin, tous les cas possibles. Pour plus de renseignements ou de précision dans les cas particuliers, on pourra se reporter aux ouvrages publiés par la Société Chimique de France (250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris).

Je remercie ici vivement M. PANICO, secrétaire de la Commission française de nomenclature en chimie organique, pour les remarques qu'il a faites sur le projet de cet article. Je remercie également M. DUCRET (Société Chimique de France, rédacteur en chef de l'Actualité Chimique) qui m'a conseillé.

Claude MESNIL (*Rambouillet*).
