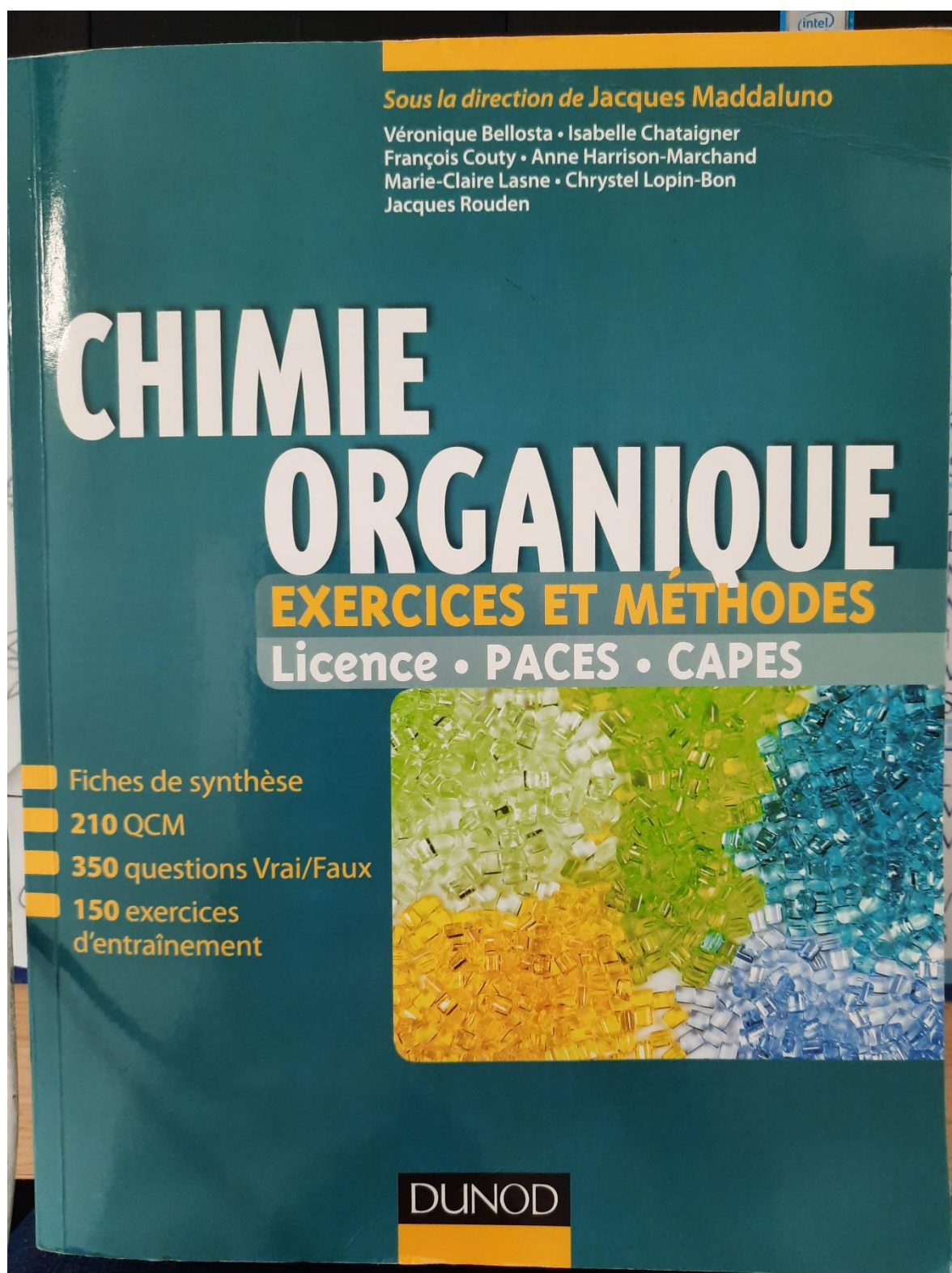


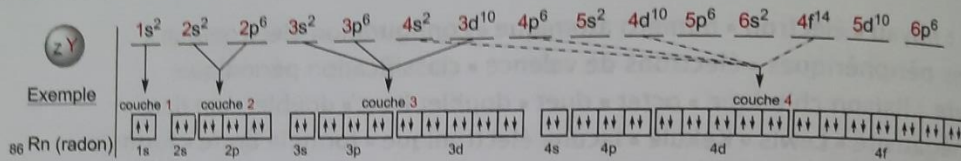
Écriture des molécules, fonctions chimiques, nomenclature : pages 10 à 12 et 19 à 22

CHIMIE ORGANIQUE EXERCICES ET METHODES, Ed DUNOD



Structure de l'atome

L'atome, plus petit constituant électriquement neutre de la matière, est identifié par un symbole **Y** et est constitué d'un noyau chargé positivement (formé de nucléons = neutrons + protons), autour duquel gravite un nuage électronique chargé négativement. Les électrons, dont le nombre est défini par **Z** = numéro atomique, sont répartis en s'appariant dans des orbitales atomiques (OA), elles-mêmes distribuées sur des couches (1, 2, 3) et des sous-couches (s, p, d, f) électroniques. L'exemple du radon ci-après montre l'ordre de remplissage des premières OA. Cet ordre définit la **configuration électronique** des atomes à l'état fondamental.



Les électrons les plus éloignés du noyau sont appelés **électrons périphériques** ou **électrons de valence**. Ce sont ces électrons qui sont mis en jeu dans la formation des liaisons chimiques, et donc des molécules.

Les atomes de la chimie organique

Les atomes les plus fréquemment rencontrés en chimie organique, et le nombre d'électrons périphériques (ou de valence) qui les entourent, sont indiqués dans le tableau de classification périodique restreint ci-contre.

	¹ H						² He	
	³ Li		⁵ B	⁶ C	⁷ N	⁸ O	⁹ F	¹⁰ Ne
	¹¹ Na	¹² Mg	¹³ Al	¹⁴ Si	¹⁵ P	¹⁶ S	¹⁷ Cl	¹⁸ Ar
	¹⁹ K						³⁵ Br	³⁶ Kr
							⁵³ I	⁵⁴ Xe
Nombre d'électrons périphériques (ou de valence) ⇨	1	2	3	4	5	6	7	(2) 8

Pourquoi les atomes se lient

Les atomes se lient entre eux car le composé résultant, appelé **molécule**, est plus stable. Le lien, appelé **liaison chimique**, s'établit en deux étapes.

1. Les atomes passent d'abord d'un état fondamental à un état excité en se rapprochant (ce changement peut modifier la distribution des électrons dans les sous-couches : cf. cas de l'atome de carbone).

2. Chaque atome va ensuite chercher à acquérir huit électrons – **un octet** – sur sa couche périphérique, configuration électronique stable du gaz rare le plus proche (Néon = 10Ne pour ${}_6\text{C}$, ${}_7\text{N}$, ${}_8\text{O}$ et ${}_9\text{F}$).

Atome	carbone	azote	oxygène	halogènes
Configuration électronique à l'état fondamental :	$1s^2 2s^2 2p^2$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s^2 2s^2 2p^4$	$1s^2 2s^2 2p^5$
Configuration électronique à l'état excité :	$1s^1 2s^1 2p^2$	$1s^1 2s^1 2p^3$	$1s^1 2s^1 2p^4$	$1s^1 2s^1 2p^5$
Structure de Lewis	$\cdot\overset{\cdot\cdot}{\text{C}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot\cdot}{\text{O}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot\cdot}{\text{X}}\cdot$
Demande électronique pour atteindre l'octet	4 électrons	3 électrons	2 électrons	1 électron
Valence des atomes	tétraivalent	trivalent	divalent	monovalent

Les atomes d'hydrogène (${}_1\text{H}$) et de lithium (${}_3\text{Li}$) ne s'entourent que de deux électrons formant ainsi un **duet** (gaz rare le plus proche = ${}_2\text{He}$). Ils sont monovalents.

Fiche 4

Les liaisons de forte énergie

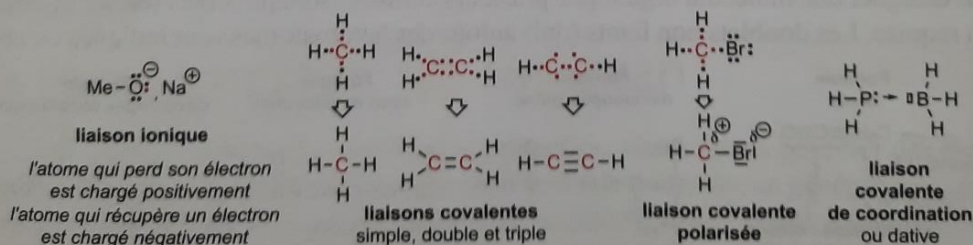
La liaison ionique

Dans la liaison ionique, l'un des atomes acquiert la structure du gaz rare le plus proche en « donnant » ses électrons périphériques. Ceux-ci sont récupérés par l'autre atome de la liaison qui atteint alors lui aussi une couche externe complète. Il en résulte un couple d'ions (anion, cation) en interaction. Les métaux alcalins (Li, Na et K) sont particulièrement disposés à établir ce type de liaison chimique.

La liaison covalente

Dans la liaison covalente, pour atteindre l'octet, les atomes « partagent » des électrons de valence en les apparant, formant ainsi des **doublets liants** (autre nom pour la liaison chimique) d'électrons.

Une liaison covalente est **polarisée** lorsque les deux atomes liés présentent une forte différence d'électronégativité. L'atome le plus électronégatif, de densité électronique plus élevée, est marqué δ^- . L'atome moins électronégatif est marqué δ^+ . Les symboles δ^+ et δ^- définissent des charges partielles.



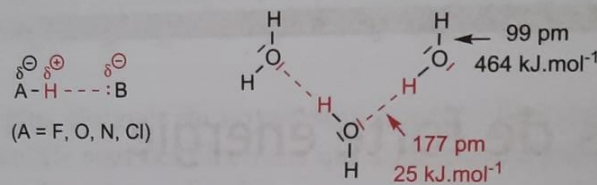
Le partage d'électrons peut avoir lieu entre un doublet non liant (dnl) d'un premier atome et une lacune électronique d'un second atome. On parle alors de **liaison covalente de coordination** (ou **liaison dative**).

Les liaisons de faible énergie

Les liaisons de faible énergie sont responsables de l'état condensé de la matière. Elles résultent d'**interactions δ^+/δ^-** , permanentes ou non, entre atomes ou molécules.

La liaison hydrogène

La liaison hydrogène, notée **liaison H**, s'établit entre deux molécules dont l'une possède une liaison A-H polarisée (l'atome A étant très électronégatif par rapport à l'atome d'hydrogène) et l'autre, un atome B porteur d'un doublet non liant. La liaison hydrogène est directionnelle : les trois atomes A, H et B sont généralement alignés. Il en résulte des réseaux de liaisons H avec une architecture bien définie. L'énergie des liaisons H est de l'ordre de 10 à 30 kJ·mol⁻¹ et la cohésion résultante justifie les températures d'ébullition et de fusion plus élevées que celles attendues.



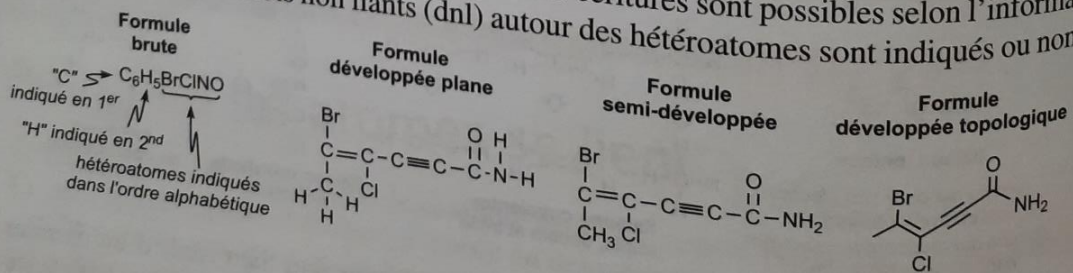
La liaison de Van der Waals

La liaison de Van der Waals (1 à 10 kJ·mol⁻¹) recouvre trois types d'interactions :

- entre dipôles permanents de molécules polaires (Keesom) ;
- entre un dipôle permanent de molécule polaire et un dipôle induit de molécule non polaire (Debye) ;
- entre molécules non polaires (London).

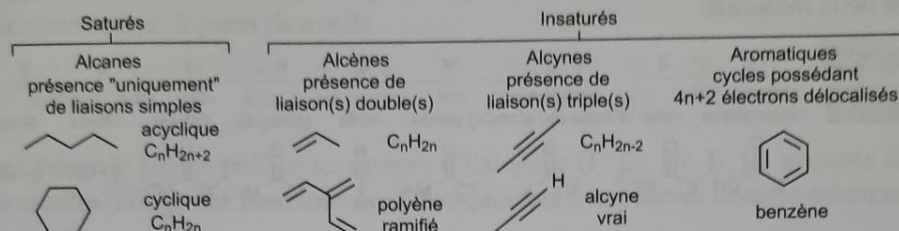
L'écriture des molécules

Pour désigner une molécule organique, plusieurs écritures sont possibles selon l'information requise. Les doublets non liants (dnl) autour des hétéroatomes sont indiqués ou non.



Les hydrocarbures

Sont appelés **hydrocarbures** les composés ne comportant que des atomes de carbone et d'hydrogène.



Les « fonctions » chimiques




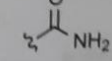





Une molécule organique contenant un hétéroatome (atome différent de C et H) est qualifiée de **composé fonctionnel**. Les fonctions chimiques sont classées par **valence** (nombre d'atomes d'hydrogènes qu'il faudrait substituer aux hétéroatomes pour atteindre l'alcane saturé correspondant).

Fonctions	Hétéroatomes						
	N	O			X = F, Cl, Br ou I		
monovalentes	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{C}-\text{N} \\ \\ \text{R}' \end{array}$ amine R = R' = H : amine primaire R = H, R' ≠ H : amine secondaire R & R' ≠ H : amine tertiaire	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{R}'-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{R}'' \end{array}$ alcool R = R' = R'' = H : alcool primaire R = R' = H, R'' ≠ H : alcool primaire R = H, R' & R'' ≠ H : alcool secondaire R & R' & R'' ≠ H : alcool tertiaire	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C}-\text{C} \\ // \\ \text{O} \end{array}$ époxyde	$\begin{array}{c} \text{X} \\ \\ \text{C}-\text{X} \\ \\ \text{X} \end{array}$ halogénure d'alkyle			
divalentes	$\begin{array}{c} \text{R} \\ // \\ \text{C}=\text{N} \\ // \\ \text{R}' \end{array}$ imine	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$ aldéhyde	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C}=\text{O} \\ // \\ \text{R}' \end{array}$ cétone	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C}-\text{O}-\text{R}' \\ // \\ \text{O} \end{array}$ cétal, acétal	$\begin{array}{c} \text{X} \\ \\ \text{C}-\text{X} \\ \\ \text{X} \end{array}$ dihalogénure		
trivalentes	$\begin{array}{c} \text{R} \\ // \\ \text{C} \equiv \text{N} \end{array}$ nitrile	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C} \\ \\ \text{N} \\ \\ \text{R}' \end{array}$ amide	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO} \end{array}$ acide carboxylique	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{O}-\text{R}' \end{array}$ ester	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{O} \\ // \\ \text{C}=\text{O} \end{array}$ anhydride	$\begin{array}{c} \text{X} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{X} \end{array}$ halogénure d'acide (ou d'acyle)	$\begin{array}{c} \text{X} \\ \\ \text{C}-\text{X} \\ \\ \text{X} \end{array}$ trihalogénure
tétraivalentes	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{N}-\text{C}=\text{O} \\ // \\ \text{N} \\ \\ \text{R}' \end{array}$ urée	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{N}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{O}-\text{R}' \end{array}$ carbamate	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{N}=\text{C}=\text{O} \end{array}$ isocyanate	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{O}-\text{C}=\text{O} \\ // \\ \text{O} \end{array}$ carbonate	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$ dioxyde de carbone	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$ phosgène	$\begin{array}{c} \text{X} \\ \\ \text{C}-\text{X} \\ \\ \text{X} \end{array}$ tétrahalogénure

Fiche 24

Priorité des fonctions

Lorsqu'une molécule présente plusieurs fonctions, un ordre de **priorité des fonctions** a été établi pour désigner celle qui appartient à la chaîne principale, et de ce fait imposera le nom de la molécule.

Priorité :	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fonction :	acide carboxylique	ester	halogénure d'acide (ou d'acyle)	amide	nitrile	aldéhyde	cétone	alcool	amine
									

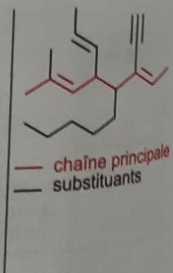
Fiche 25

Nommer les molécules : chaîne principale et substituants

Cas des hydrocarbures alcanes, alcènes, alcynes

La détermination de la chaîne principale d'alcane, alcène, alcyne suit l'ordre des consignes suivant (« > » signifie « prioritaire sur ») :

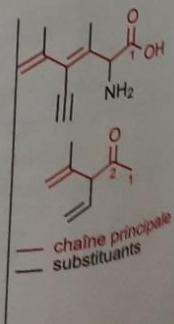
1. Liaisons multiples π (insaturations) > liaisons simples σ .
2. Liaisons doubles > liaisons triples.
3. Suivre la chaîne carbonée la plus longue « intégrant » un maximum d'insaturations prioritaires (ce n'est pas forcément la plus longue !).
4. Si deux chaînes carbonées sont de même longueur avec un même nombre d'insaturations, avantage à la plus ramifiée (substituée).
Les fragments carbonés non intégrés dans la chaîne principale sont des substituants.



Cas des composés fonctionnels

La détermination de la chaîne principale d'un composé fonctionnel suit l'ordre des consignes suivant :

1. Repérer la fonction prioritaire. Elle sera nommée en suffixe.
2. Définir la chaîne principale. Elle doit contenir :
 - la fonction prioritaire (le maximum s'il y en a plusieurs) ;
 - un maximum d'insaturations (double > triple) ;
 - une longueur maximale.
3. Assigner le numéro « 1 » à l'atome de carbone de la fonction principale s'il est en bout de chaîne. En cas contraire, lui attribuer le plus petit numéro possible.
Les fragments carbonés non intégrés dans la chaîne principale, ainsi que les fonctions non prioritaires sont des substituants.



Nommer les molécules : préfixes et suffixes

Préfixes

Le nombre n d'atomes de carbone que compte la chaîne principale est précisé par un préfixe (numérique à partir de $n = 5$).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
préfixe	méth	éth	prop	but	pent	hex	hept	oct	non	déc	undéc	dodéc

Sont désignés par un préfixe les atomes d'halogène (F, Cl, Br, I), les groupes alcoxy (RO) et nitro (NO₂), des fonctions systématiquement considérées comme substituants.

F-ξ	Cl-ξ	Br-ξ	I-ξ	MeO-ξ	EtO-ξ	O ₂ N-ξ
fluoro	chloro	bromo	iodo	méthoxy	éthoxy	nitro

Une fonction non prioritaire est désignée par son nom de substituant, *i. e.* **préfixe**.

Suffixes

Dans le nom d'une molécule, le **suffixe** désigne la nature de la fonction principale.

	acide carboxylique	ester	amide	nitrile	aldéhyde	cétone	alcool	amine	alcyne	alcène	alcane
suffixe	acide ...oïque	oate de	amide	nitrile	al	one	ol	amine	yne	ène	ane
préfixe	carboxy	alcoycarbonyl	carbamoyl	cyano	formyl	oxo	hydroxy	amino	ynyl	ényl	yl

Nommer les molécules : règles IUPAC*

*IUPAC : *International Union of Pure and Applied Chemistry*. UICPA en français

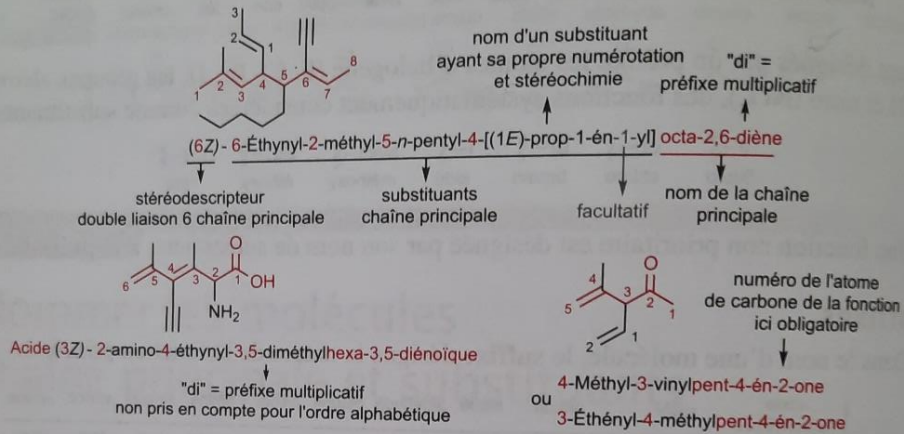
- Définir la chaîne principale. (Fiche 25)
- Numéroter la chaîne principale afin d'attribuer les plus petits indices.
 - hydrocarbures :
 - privilégier le sens qui rencontre le plus rapidement une double liaison, ou, à défaut, une triple liaison ;
 - si pas d'insaturation, ou présence d'insaturations aux mêmes numéros dans les deux sens de lecture, choisir le sens qui rencontre le plus vite un substituant.
 - composés fonctionnels : l'atome de carbone n° 1 (ou de plus faible indice) a été placé lors de la détermination de la chaîne principale. Suivre la numérotation sur cette chaîne. (Fiche 25)
- Nommer la chaîne principale en indiquant dans l'ordre :
 - le préfixe désignant le nombre d'atomes de carbone de cette chaîne ;
 - les insaturations par « èn » et/ou « yn » précédés du numéro de leur emplacement, voire d'un préfixe multiplicatif (di, tri, tétra...) s'il y en a plusieurs ;
 - le suffixe relatif à la fonction prioritaire (précédé du numéro de l'atome de carbone portant la fonction quand celui-ci est différent de 1).

4. Indiquer, devant le nom de la chaîne principale, et dans l'ordre alphabétique, les noms des substituants avec leur emplacement sur la chaîne principale.

Un substituant peut nécessiter d'être lui-même numéroté pour être nommé. Dans ce cas, le plus petit indice est situé au plus près du **point d'accroche** de ce substituant sur la chaîne principale. Indiquer le nom de ce substituant pourvu d'une numérotation secondaire entre crochets.

Un même substituant présent plusieurs fois est précédé d'un préfixe multiplicatif (di-, tri-, tétra-). Toutefois, ce dernier n'est pas pris en compte pour l'ordre alphabétique.

5. Préciser les stéréodescripteurs (*Z*, *E*, *cis*, *trans*, *R*, *S*) devant le nom.



Fiche 28

Nommer les molécules : noms usuels

Quelques composés et substituants possèdent des noms usuels qui, à l'usage, sont préférés à la nomenclature IUPAC. Les principaux à connaître sont :

