

ⵜⴰⴳⴷⴰⵏⵜ ⵏ ⵍⵎⵎⵓⵔ ⵏ
ⵏⵓⵔⵓⵏ ⵏ ⵍⵎⵎⵓⵔ ⵏ
ⵏⵓⵔⵓⵏ ⵏ ⵍⵎⵎⵓⵔ ⵏ



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة

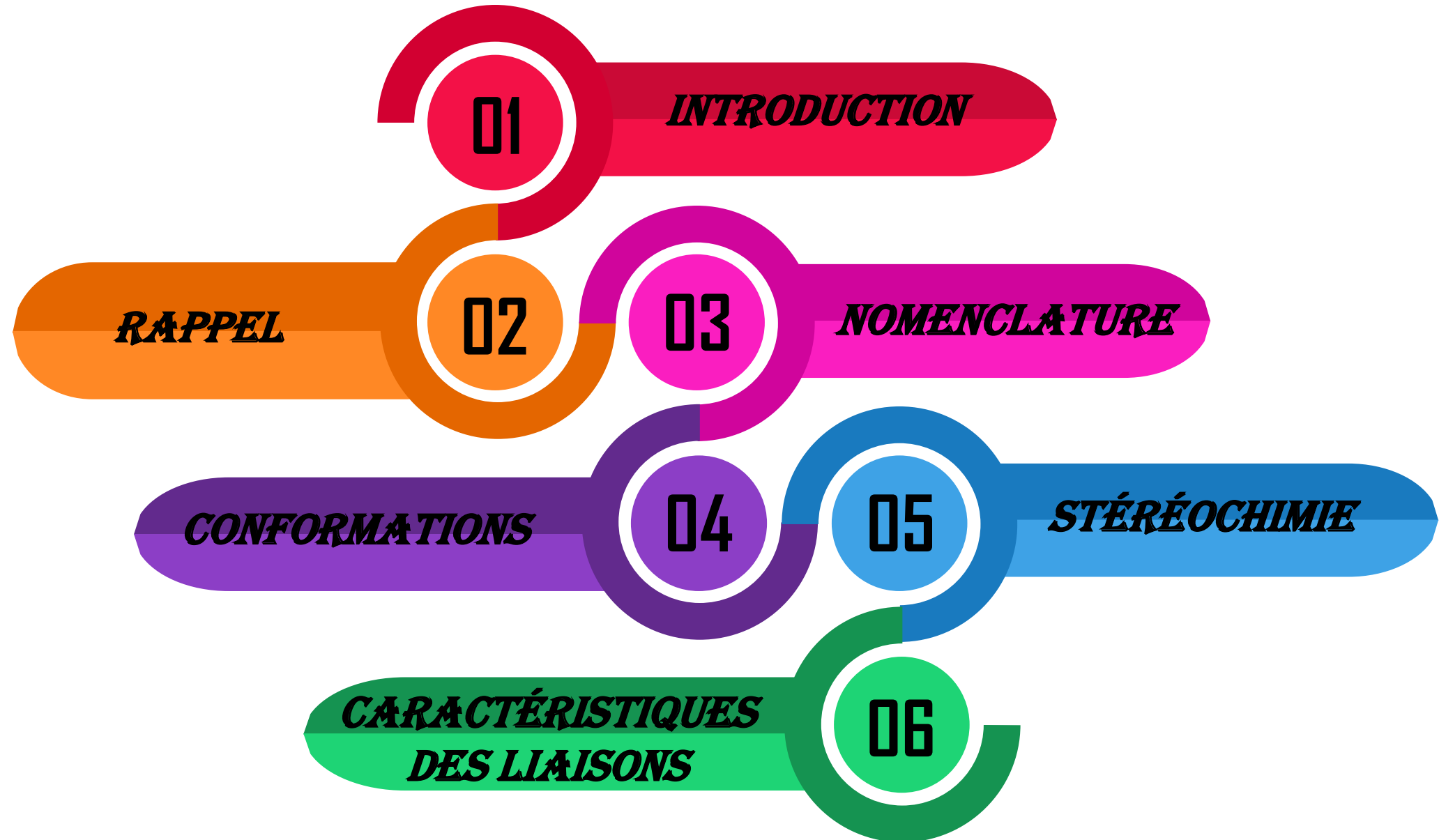
المركز الجهوي لمهن التربية والتكوين لجهة الدار البيضاء مكناس
ⵏⵓⵔⵓⵏ ⵏ ⵍⵎⵎⵓⵔ ⵏ
Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation Casablanca-Settat

Cycle de Formation des préparateurs des laboratoires

Module de chimie

Sujet: Chimie organique 1

PLAN DE TRAVAIL



Introduction

□ C'est quoi la chimie organique?

Définition:

La chimie organique est une branche de la chimie qui étudie les composés chimiques à base de **carbone**, d'origine naturelle ou synthétique.

(**exception**: CO , CO_2 , CN^- ..., ce sont des composés inorganiques).

Exemples des composés organiques : méthane CH_4 et le saccharose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

Rappel: représentation des composés organiques

□ Formule brute:

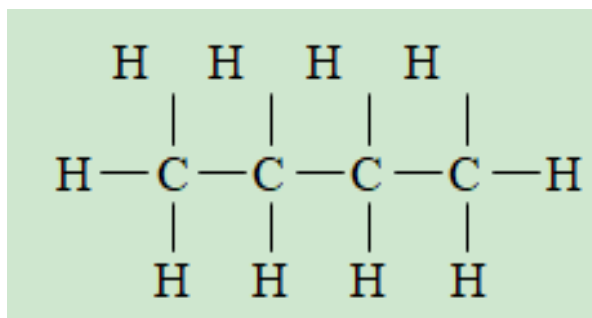
$C_xH_yO_zN_tX_p$ avec X: Cl, Br, F, I.

Exemple: la molécule de l'Ethane C_3H_8

□ Formule développée plane:

Représentation de Lewis, elle montre la répartition des atomes dans la molécule ainsi que les liaisons covalentes.

Exemple:

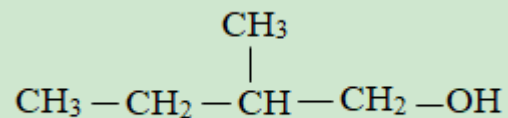


Rappel : représentation des composés organiques

□ Formule semi-développée:

La formule semi développée ne montre pas les liaisons entre les hydrogènes et les autres atomes.

Exemple :



□ Représentation topologique:

La représentation topologique est une représentation simplifiée des molécules organiques dans laquelle les atomes de carbone et la majorité des atomes d'hydrogènes ne sont pas représentés.

Exemple: la molécule butanol $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$



Rappel: les hydrocarbures saturées

□ Les alcanes:

Définition: Les alcanes sont des hydrocarbures de formules brute $C_n H_{2n+2}$,
Leurs chaînes carbonées sont saturées et ne présentent pas de cycles.



butane



propane

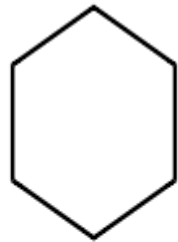


pentane

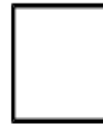
Rappel: les hydrocarbures saturées

□ Les cyclanes:

Définition: Les cyclanes sont des hydrocarbures saturés présentant au moins un cycle, de formule brute $C_n H_{2n}$.



cyclohexane



cyclobutane

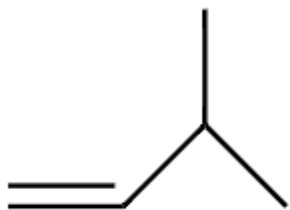


cyclopropane

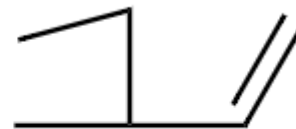
Rappel: les hydrocarbures non saturés

□ Les alcènes:

Définition: Les alcènes sont des hydrocarbures non saturés, non cycliques qui possèdent une double liaison $C=C$, leur formule brute est $C_n H_{2n}$



3-methylbut-1-ene

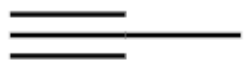


3-methylpent-1-ene

Rappel: les hydrocarbures non saturés

□ Les alcynes:

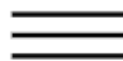
Définition: Les alcynes sont des hydrocarbures possédant une insaturation caractérisée par la présence d'une triple liaison carbone-carbone.



prop-2-yne



pent-1-yne



éthyne

Nomenclature

☐ Nommer une molécule ou un composé chimique, c'est donner son nom connaissant sa formule brute ou le contraire.

☐ Conventions:

Préfixe + **chaîne principale** + **suffixe**

Nomenclature des alcanes

□ Les alcanes à chaîne carbonée linéaire:

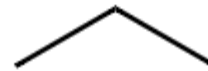
Règle 1 :

Le nom d'un alcane linéaire est constitué d'un préfixe qui indique le nombre d'atomes de carbones de la chaîne (**méth**, **éth**, **prop**, **but**, **pent**, **hex**, etc.) suivi de la terminaison « **ane** ».

Exemples:



hexane



propane



butane

Nomenclature des alcanes

□ Les alcanes à chaîne carbonée ramifiée:

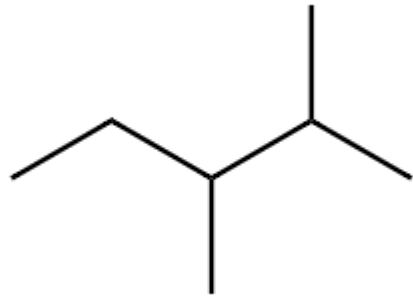
Règle 2 : On numérote la chaîne principale de façon à ce que le numéro du premier atome de carbone portant une ramification soit le plus petit possible.

Nomenclature des alcanes

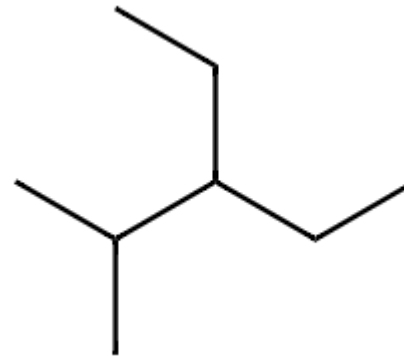
Règle 3 :

Le nom d'un alcane ramifié est constitué des noms des ramifications alkyles, pris dans l'ordre alphabétique, précédés de leur indice de position et suivi du nom de l'alcane linéaire de même chaîne principale.

Exemples:



2,3-diméthyle pentane



3-éthyle-2-méthyle pentane

Nomenclature des cyclanes

□ Les cyclanes:

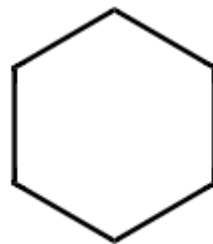
Règle 4

On nomme les cyclanes par le nom de l'alcane précédé du préfixe **cyclo**.

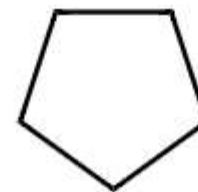
Exemples:



cyclobutane



cyclohexane



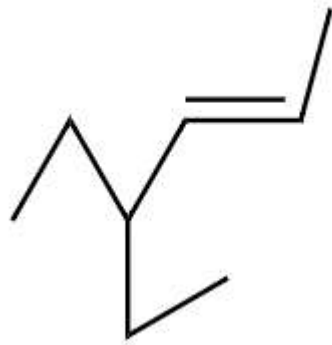
cyclopentane

Nomenclature des alcènes

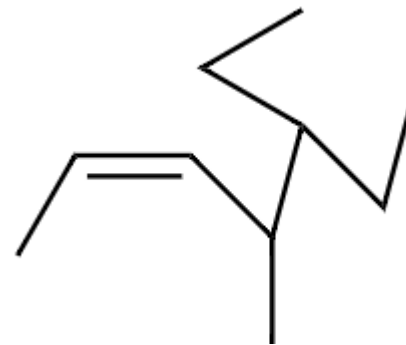
□ Les alcènes:

- On détermine la chaîne carbonée principale qui contient la liaison double
- On numérote cette chaîne de façon que le premier atome contenant la liaison double ait le plus petit numéro possible.
- On remplace le suffixe (**-ane**) par le suffixe (**-ène**)
- On précise comme pour les alcanes ramifiés les positions des alkyles.

Exemples:



4-ethylhex-2-ene

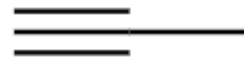


5-ethyl-4-methylhept-2-ene

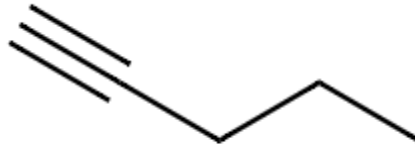
Nomenclature des alcynes

□ **Les alcynes:** Les alcynes se nomment comme les alcènes en remplaçant la terminaison « -ène » par la terminaison « -yne ».

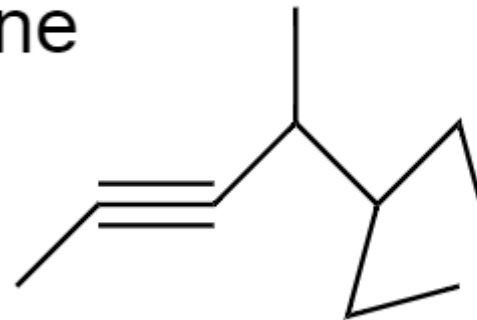
Exemples:



prop-1-yne



pent-1-yne



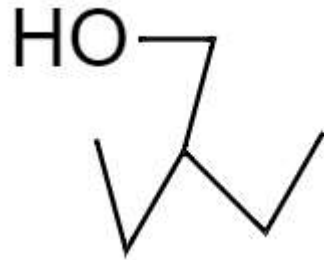
5-ethyl-4-methylhept-2-yne

Nomenclature des fonctions

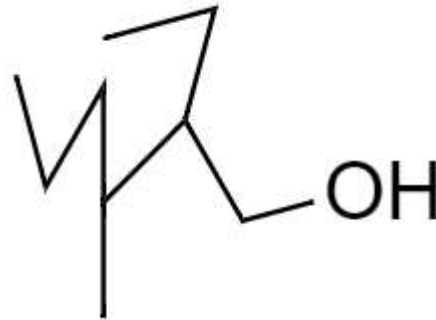
□ Les alcools:

Les alcools se nomment en ajoutant le suffixe **(-ol)** au nom de l'hydrocarbure correspondant.

Exemples:



2-ethylbutan-1-ol



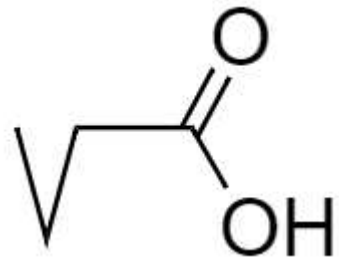
2-ethyl-3-methylhexan-1-ol

Nomenclature des fonctions

□ Les acides carboxyliques $R\text{-CO}_2\text{H}$:

On met le préfixe « **acide** » suivi du nom de l'hydrocarbure + le suffixe « **oïque** ».

Exemple:

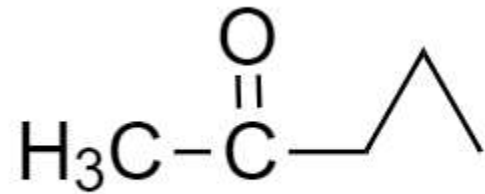


acide butanoïque

Nomenclature des fonctions

- ❑ **fonctions cétones R-CO-R'**: on ajoute le suffixe « **one** » au nom de l'hydrocarbure correspondant. La chaîne principale c'est celle qui contient le groupe **C=O**.

Exemple:

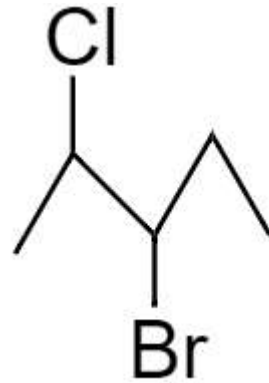


pentan-2-one

Nomenclature des fonctions

□ **Fonctions halogénures R-X:** on utilise le préfixe « **alogéno** » suivi du nom de l'alcane correspondant.

Exemple:

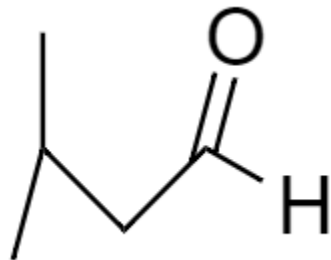


2-chloro-3-bromo pentane

Nomenclature des fonctions

☐ **Fonctions aldéhydes R-CHO** : on nome l'aldéhyde en ajoutant la terminaison « al » au nom de l'hydrocarbure correspondant.

Exemple:

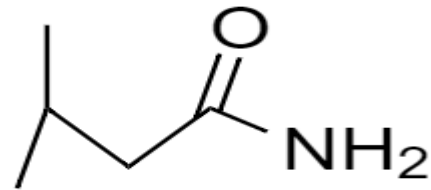


3-methylbutanal

Nomenclature des fonctions

□ **Fonctions amides R-CO-NH₂**: on nomme un amide en remplaçant la terminaison « oïque » de l'acide par « amide ».

Exemple:

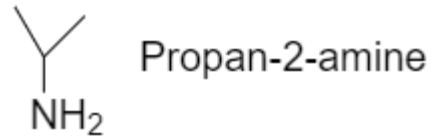


3-methylbutanamide

Nomenclature des fonctions

❑ **Fonction amine:** on utilise le nom de l'alcane correspondant suivi de la terminaison «**amine**».

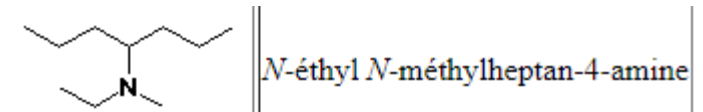
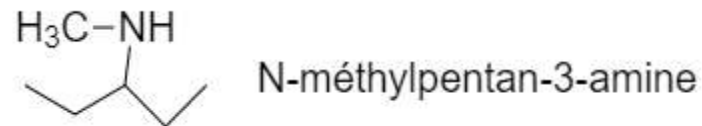
•Amine primaire(R-NH₂):



•Amine secondaire(R-NH-R'):



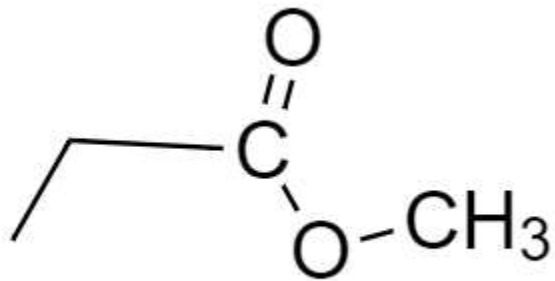
•Amine tertiaire:



Nomenclature des fonctions

❑ **Fonction ester** : Pour nommer un ester, il faut repérer l'acide et l'alcool ayant servi à sa formation, puis il faut donner le nom de l'acide et remplacer la terminaison « **-oïque** » par « **-oate** » et nommer à la suite le groupement alkyle correspondant à l'alcool.

Exemple:



propanoate de méthyle

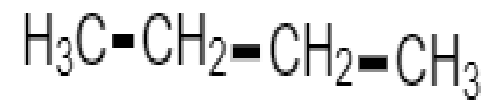
Isomérisie plane

Définition:

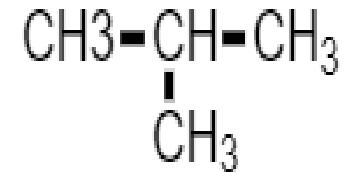
On appelle isomères, des molécules ayant la même formule brute mais des représentations développées ou semi développées différentes.

a) **Isomérisie de chaîne:** Ce sont des isomères qui ont la même formule brute, mais différent par l'enchaînement des atomes de carbones.

Exemple:



butane

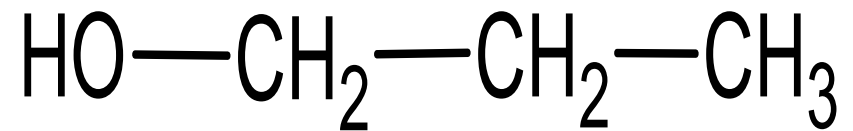


2-méthylpropane(isobutane)

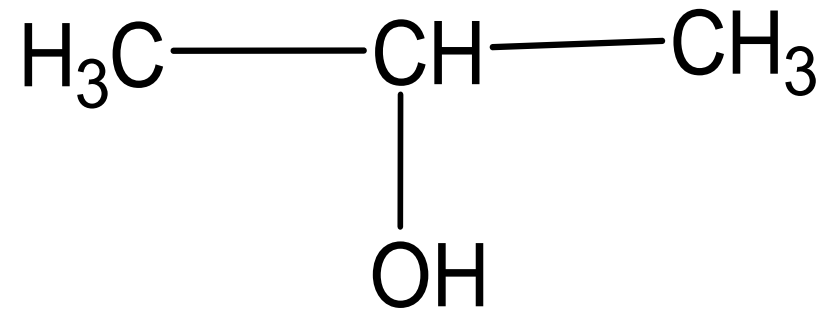
Isomérisie plane

- b) **Isomérisie de position:** les isomères de position possèdent la même formule brute, même chaîne hydrocarbonée et même fonction chimique, mais diffèrent par la position du groupement fonctionnel ou groupement alkyle.

Exemple:



Propan-1-ol

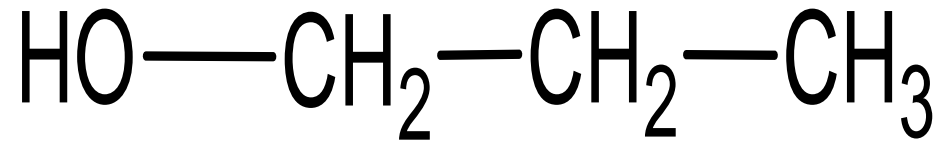


propan-2-ol

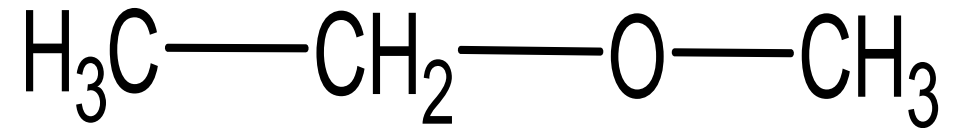
Isomérisie plane

- c) **Isomérisie de fonction:** les isomères de fonction possèdent la même formule brute, mais différent par le groupement fonctionnel.

Exemple:

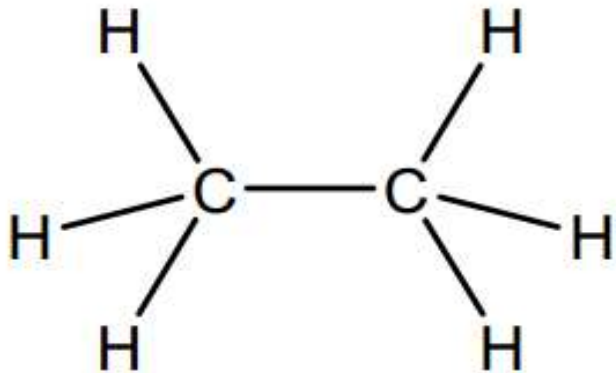


Propan-1-ol



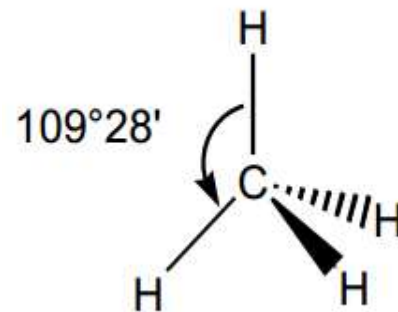
méthoxyethane

Représentation perspective (Cavalière)



Représentation Cram

CH₄ (méthane)



C—H dans le plan de la feuille

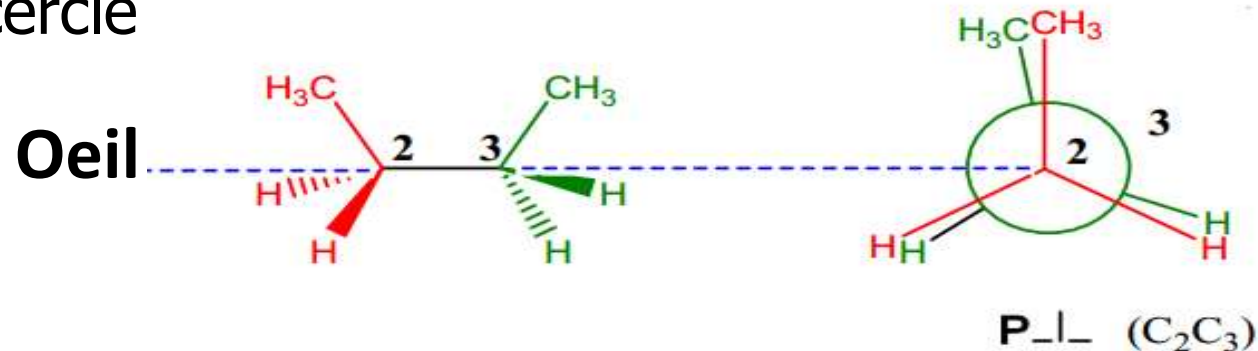
C⋯⋯H en arrière du plan

C◀H en avant du plan

Représentation conventionnelle de molécules

projection de Newman

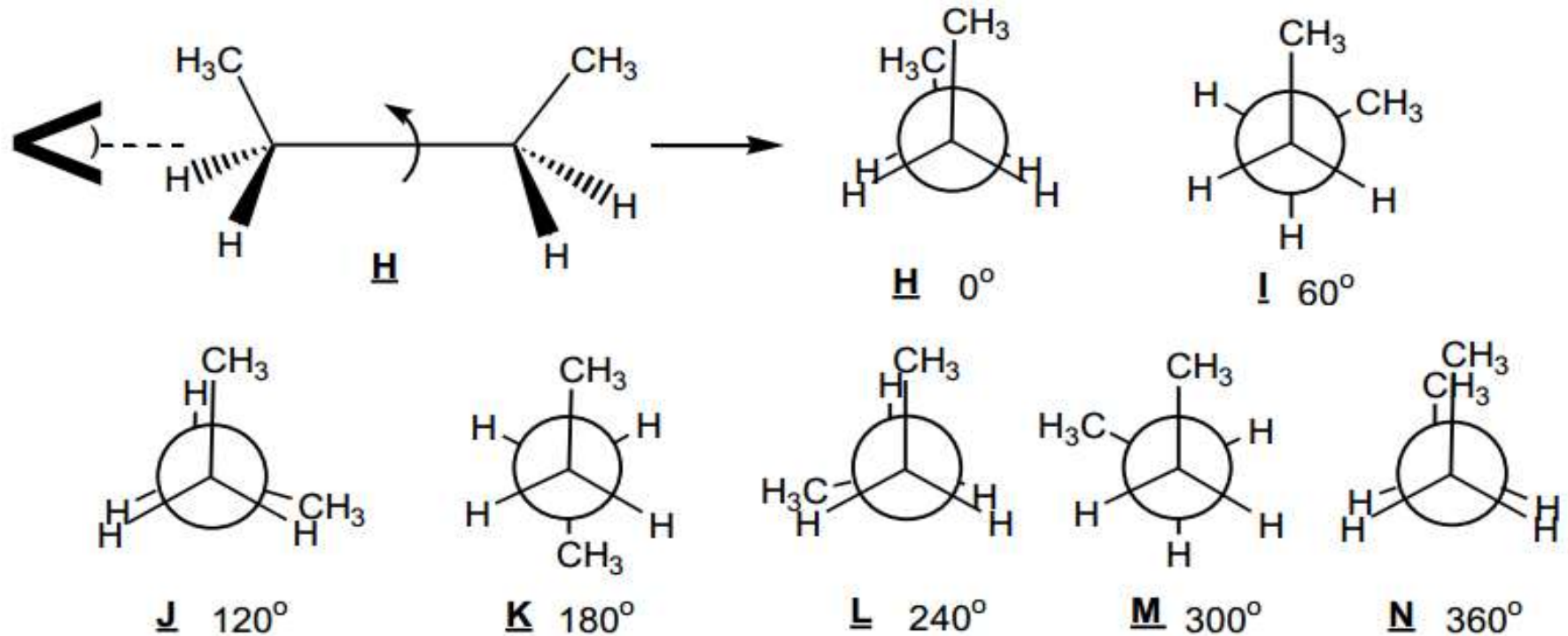
- La molécule est visualisée selon l'axe d'une liaison C–C
- Le carbone de devant est représenté par **un point** et le carbone de derrière par **un rond**
- Les liaisons issues des deux atomes sont projetées sur un plan perpendiculaire à l'axe de la liaison étudiée.
- les liaisons du premier carbone partent du centre du cercle, et celle du second partent de l'extérieur du cercle



Isomérisie de conformation

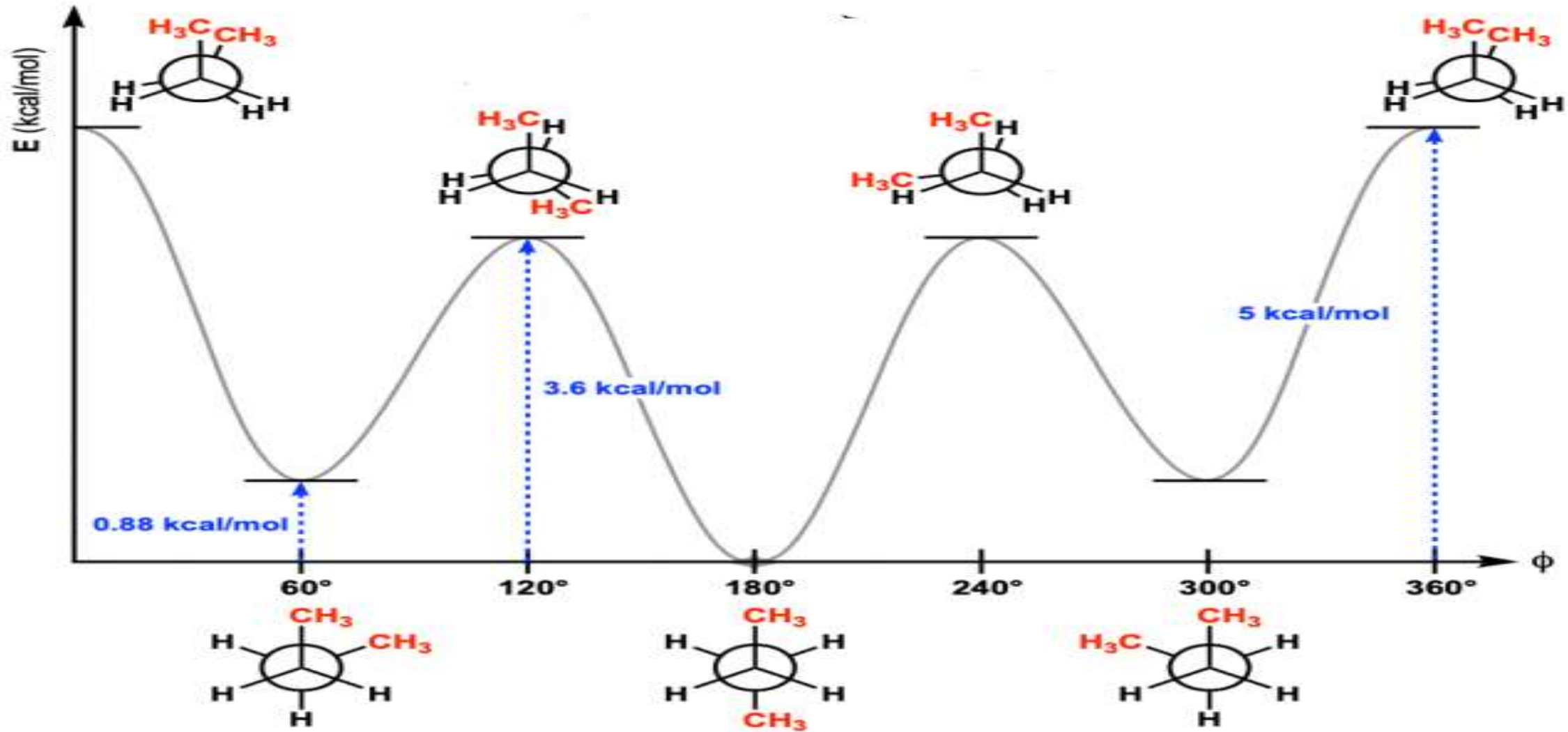
On appelle conformation d'une molécule, les diverses dispositions de ses atomes dans l'espace qui ne diffèrent que par une rotation autour d'une ou plusieurs liaisons

Exemple



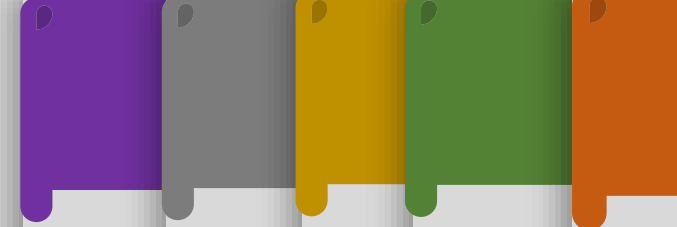
Isomérisie de conformation

Diagramme d'énergie ($E_p=f(\theta)$)



Stéréoisomère

On appelle stéréoisomère deux isomères de même constitution qui ne diffèrent que par la disposition des atomes dans l'espace



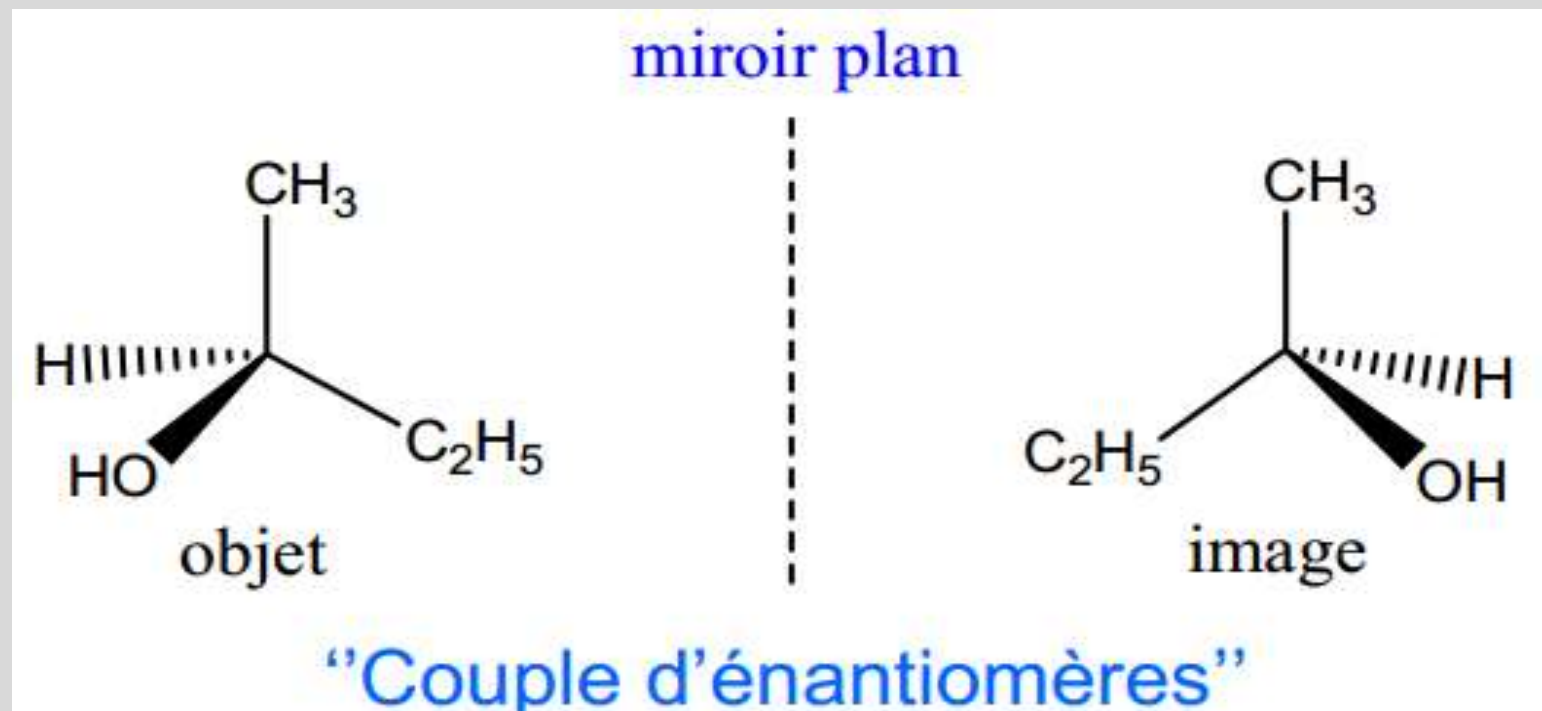
Une molécule est dite chirale si elle n'est pas superposable à son image par rapport à un miroir

Un carbone asymétrique

un carbone est asymétrique
s'il possède quatre substituants
différents

Enantiomères

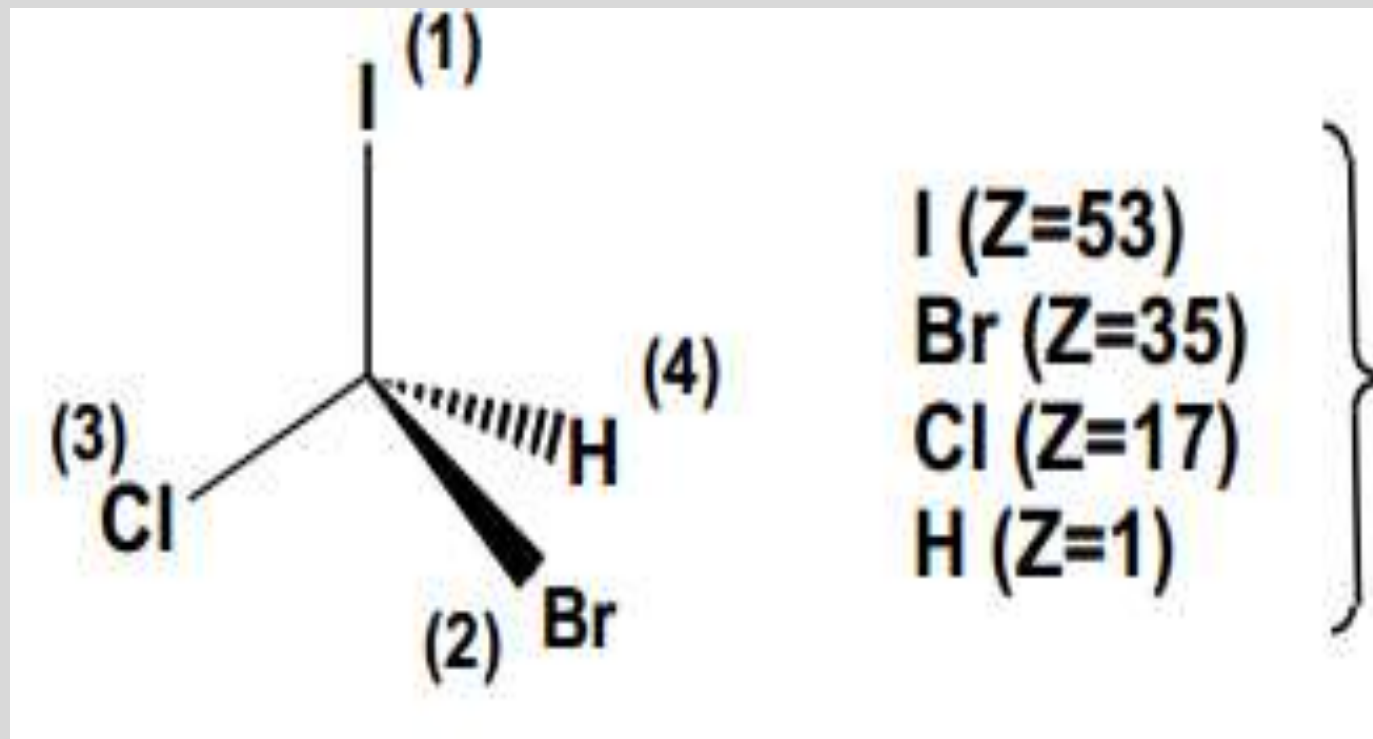
Deux isomères sont appelés énantiomère s'ils sont image dans un miroir et non superposables



Règles de CIP

Règle n 1 :

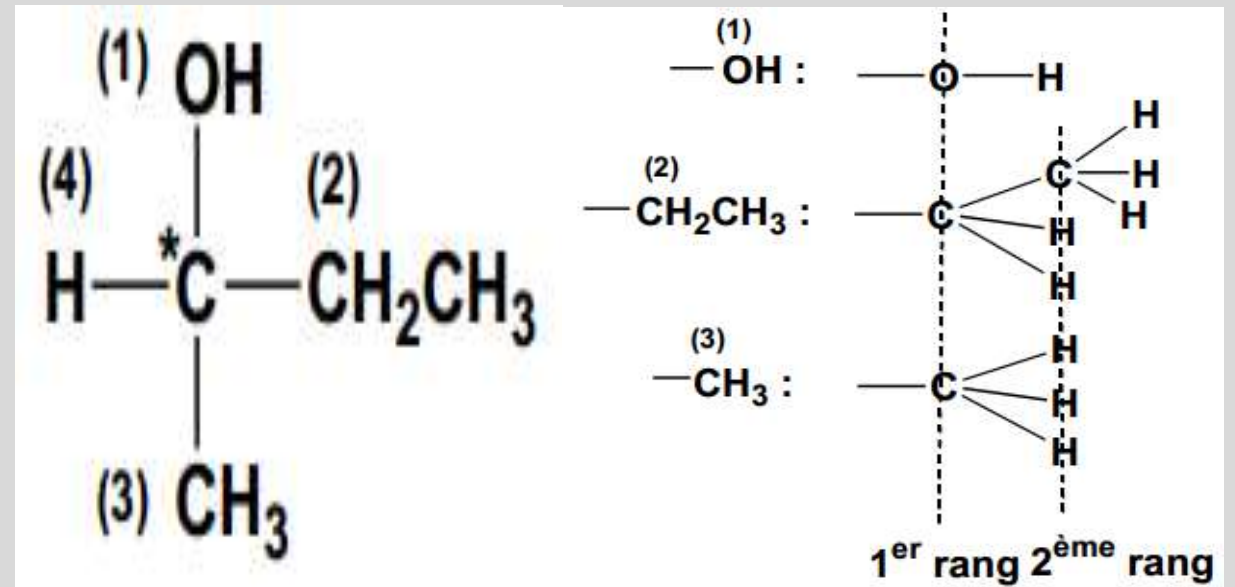
L'atome ayant le numéro atomique Z le plus élevé est classe le 1^{er}



Règles de CIP

Règle n 2 :

Si les deux atomes à classer ont le même Z, on regarde les atomes adjacents et on les classe de la même manière et ainsi de suite



Configuration absolue R-S



Règles :

Configuration absolue R-S

1

On classe les 4 substitution du carbone asymétrique par ordre de priorité décroissant selon les règles de CIP

2

3

Règles :

Configuration absolue R-S

2

On regarde la molécule selon l'axe de liaison de carbone asymétrique avec le groupement 4 en arrière

3

Règles :

Configuration absolue R-S

3

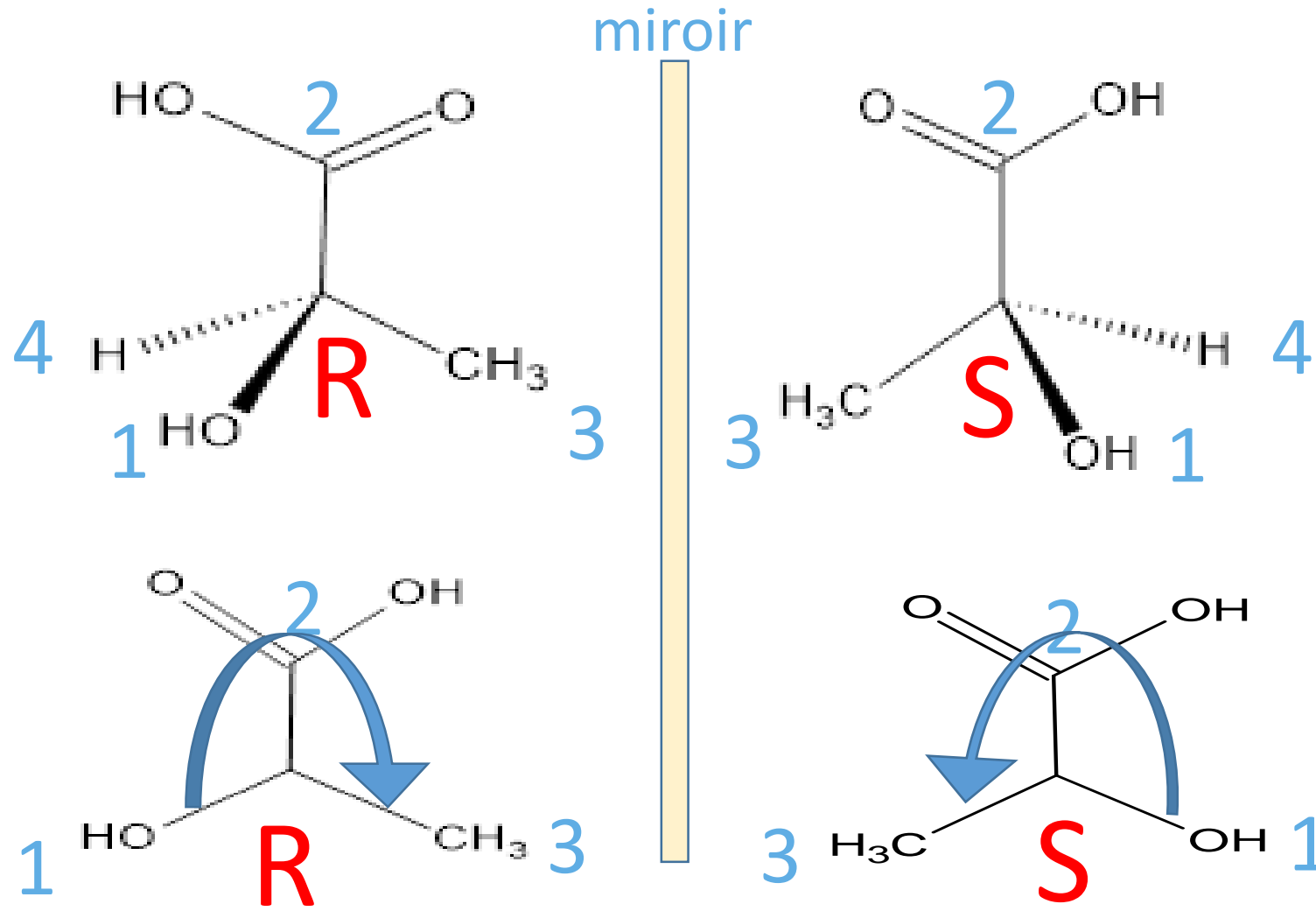
Si pour passer du substituant **1^{ier}**
Au substituant **2^{ème}** puis au
3^{ème} , on tourne dans le sens
des aiguilles d'une montre , on a la
configuration **R**
Si on tourne dans le sens inverse
c'est **S**

Règles :

Configuration absolue R-S

Règles :

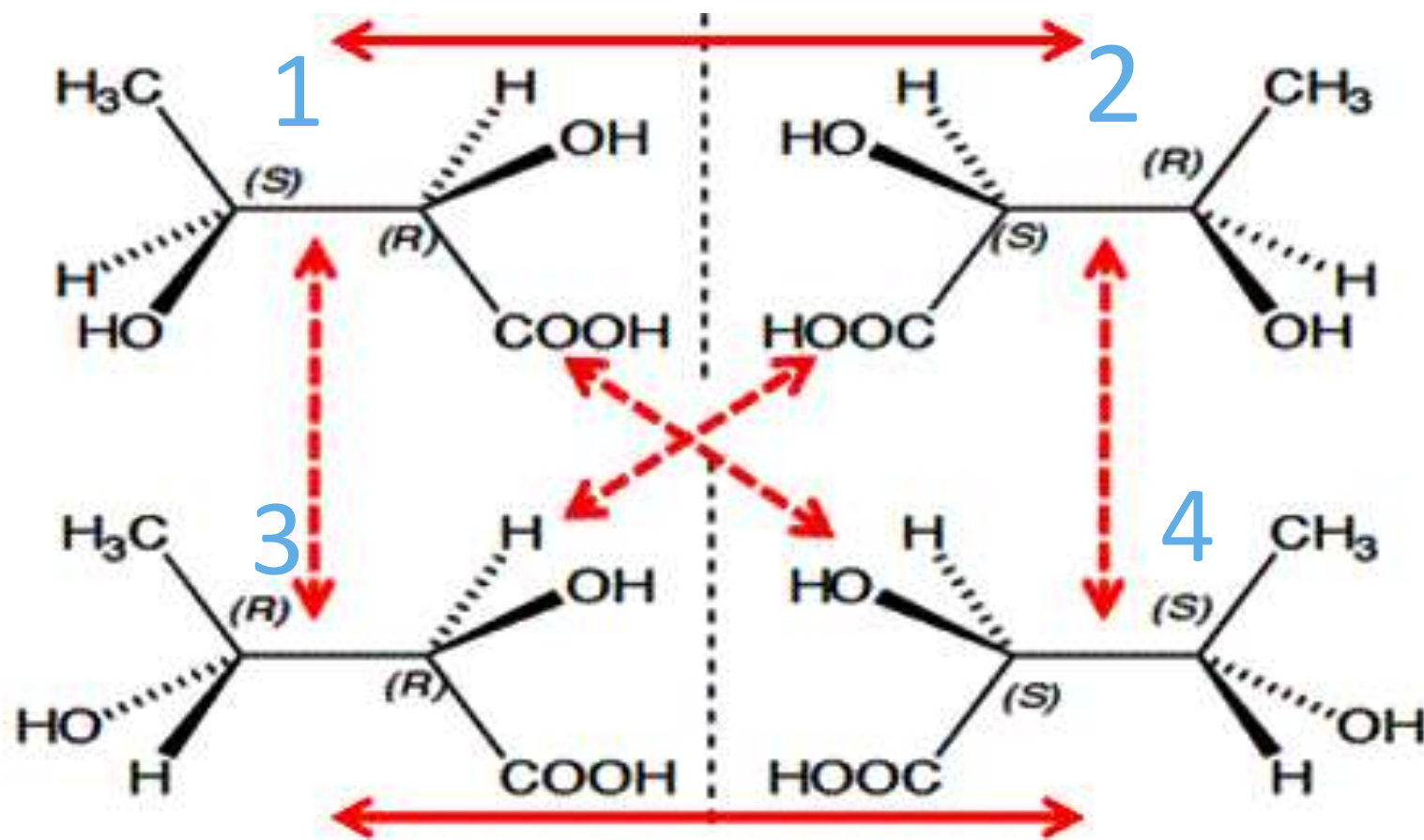
Configuration absolue R-S



Si le 4^{ème} substituant est placé en avant, on inverse la lecture

Diastéréoisomère

Les diastereoisomers sont des isomères de configuration qui ne sont pas image l'un de l'autre dans un miroir

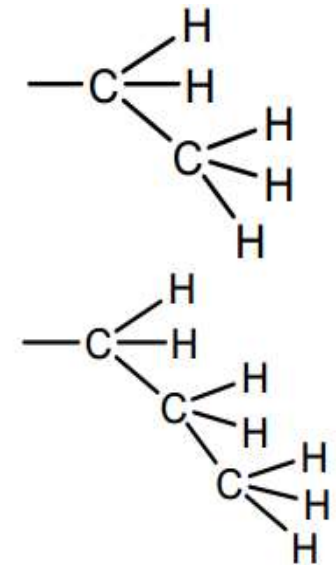
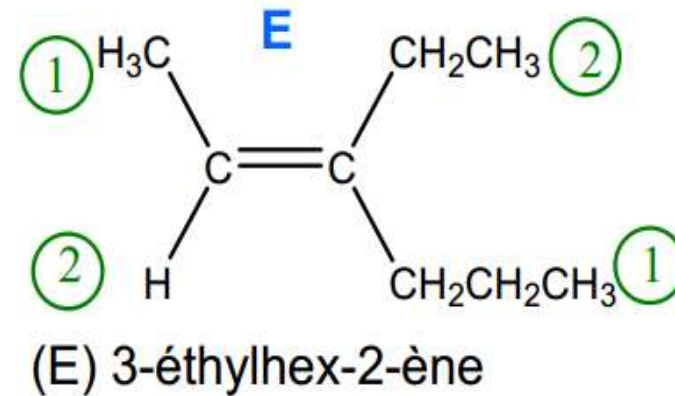
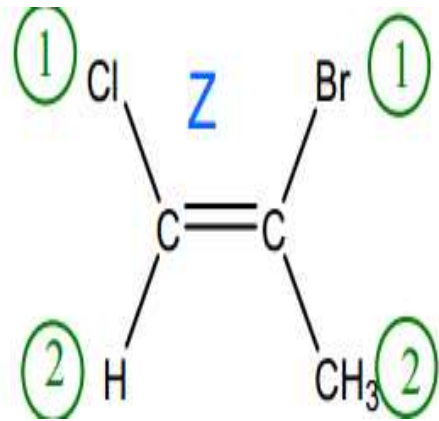


\leftrightarrow diastéréoisomères
(pas image miroir)

\leftrightarrow énantiomères
(image miroir)

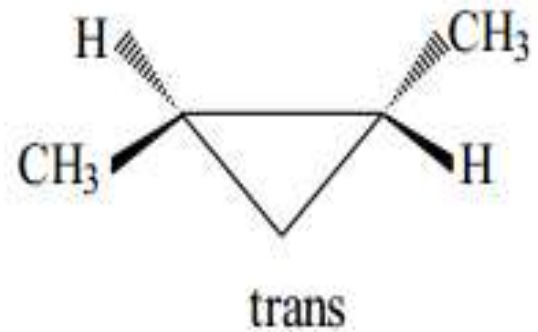
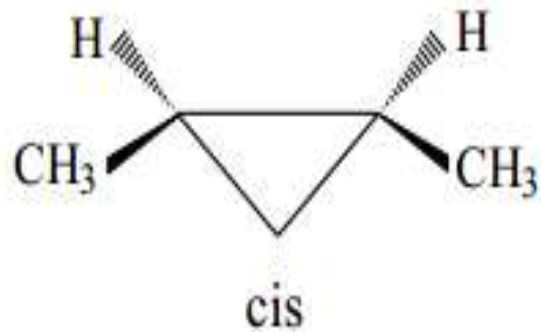
Isoméries Z et E

- ❖ La règle **CIP** est aussi celle qui est utilisée pour déterminer la configuration Z et E d'une double liaison
- ❖ Lorsque les deux substituants prioritaires sont du même côté de la double liaison, la configuration est **Z**
- ❖ Dans le cas contraire, l'isomère est dit **E**



Isomérisie cis et trans

L'isomère est cis lorsque les substituants identiques au analogues sont du même cote du plan et lorsqu'ils sont de part et d'autre de ce même plan l'isomère est trans

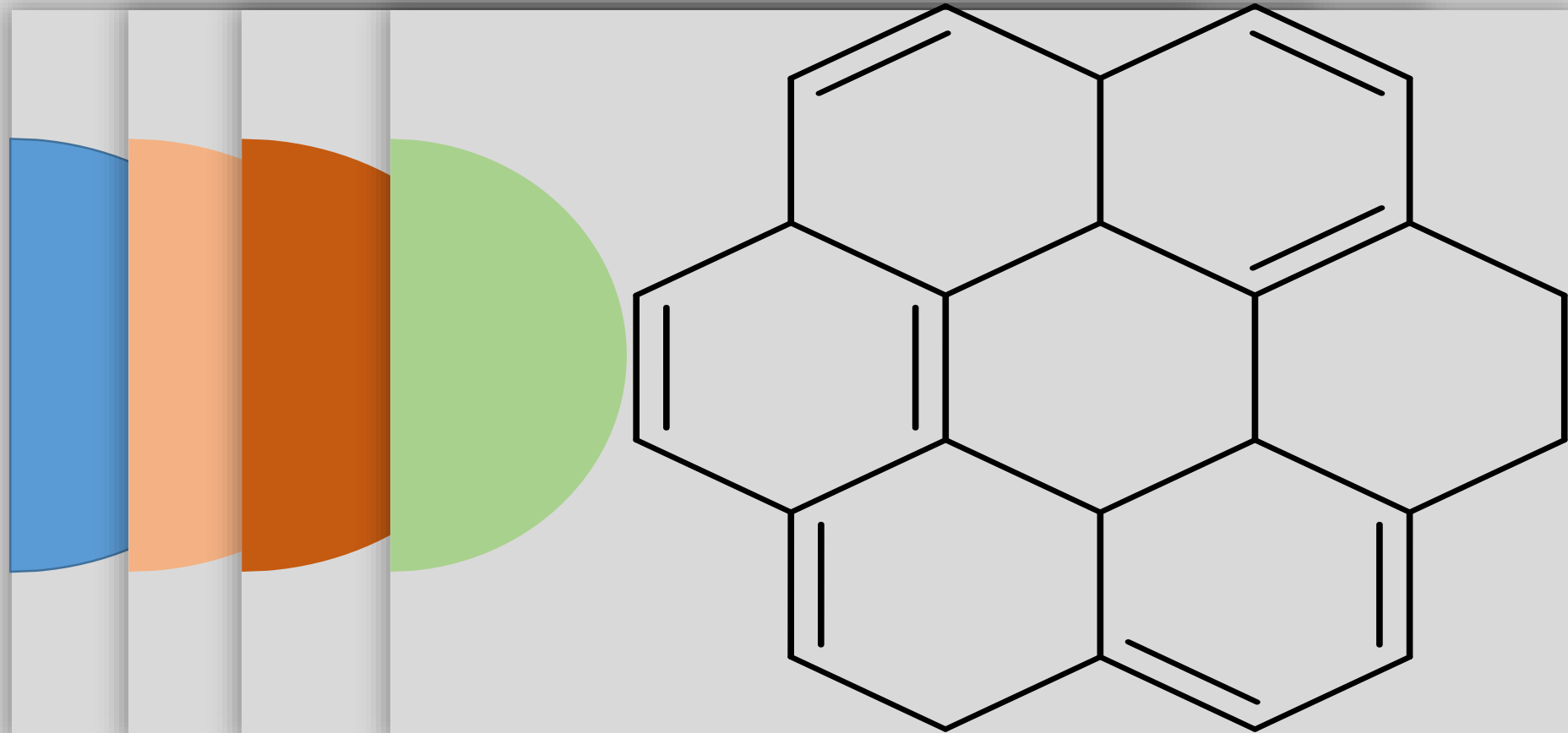


Degré d'insaturation

soit un composé organique de formule brute $A_xB_yC_zD_t$, le degré d'insaturation

sera :

$$DI = X - \frac{1}{2} Y + \frac{1}{2} t + 1$$



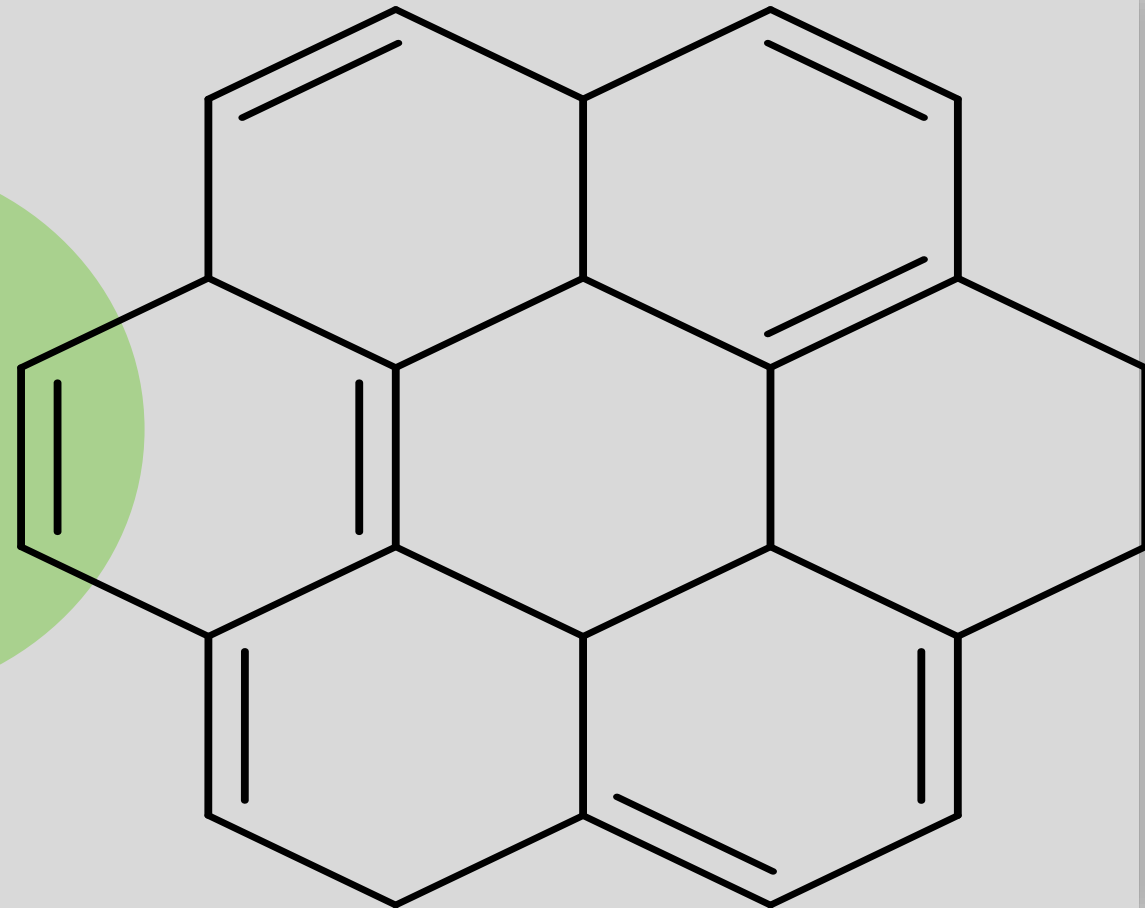
Degré d'insaturation

soit un composé organique de formule brute $A_xB_yC_zD_t$, le degré d'insaturation

sera :

$$DI = X - \frac{1}{2} Y + \frac{1}{2} t + 1$$

- X : nombre d'atomes tétravalents
- Y : nombre d'atomes monovalents
- t : nombre d'atomes trivalents
- Z : nombre d'atomes divalents n'intervient pas dans la formule



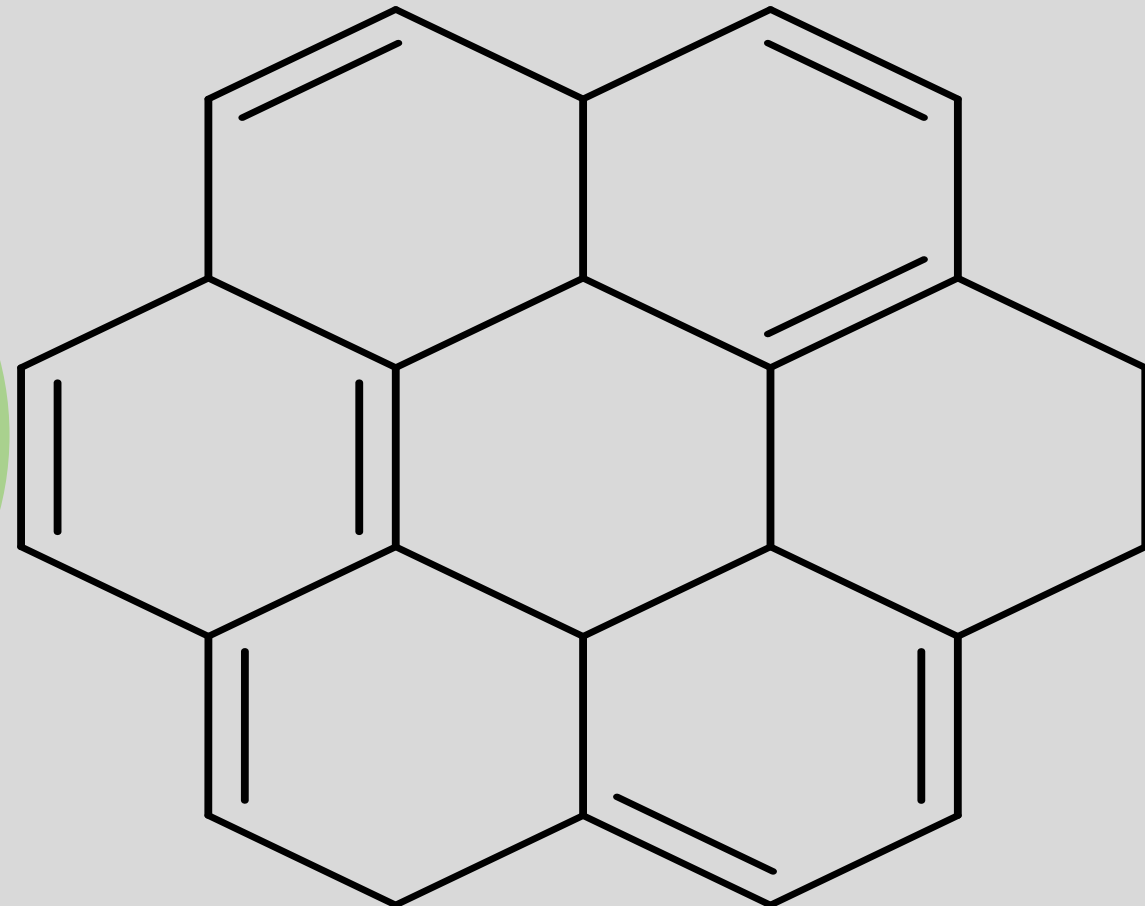
Degré d'insaturation

soit un composé organique de formule brute $A_xB_yC_zD_t$, le degré d'insaturation

sera :

$$DI = X - \frac{1}{2} Y + \frac{1}{2} t + 1$$

- Si $DI = 0$ composé aliphatique saturé (linéaire ou ramifié)
- Si $DI = 1$ présence d'un cycle ou d'une seule double liaison
- Si $DI = 2$ présence soit d'une triple liaison, 2 doubles liaisons, 2 cycles ou 1 double liaison et un cycle



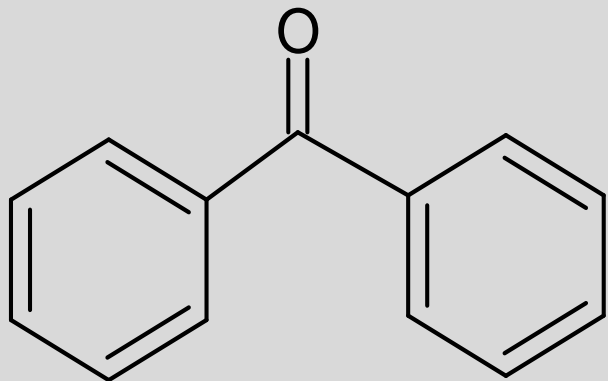
Degré d'insaturation

soit un composé organique de formule brute $A_xB_yC_zD_t$, le degré d'insaturation

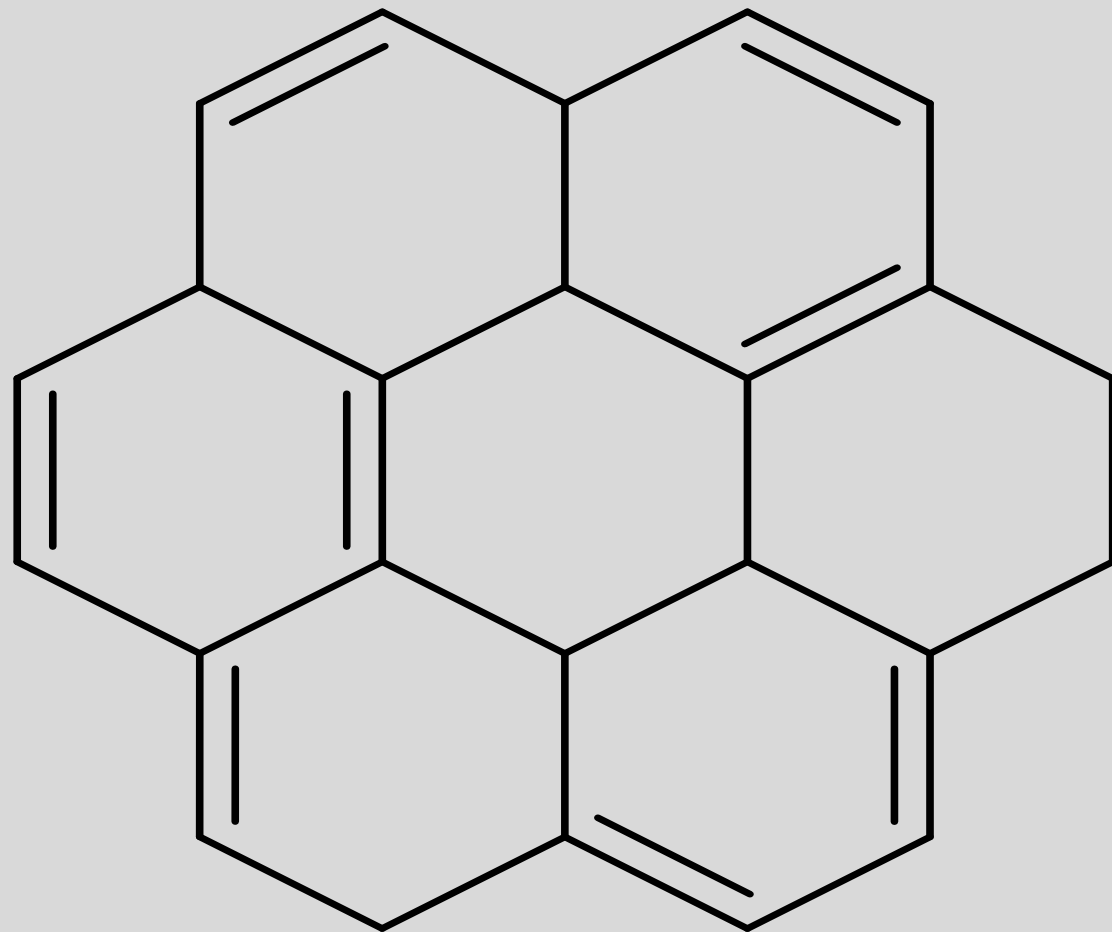
sera :

$$DI = X - \frac{1}{2} Y + \frac{1}{2} t + 1$$

Benzophenone



diphenylmethanone

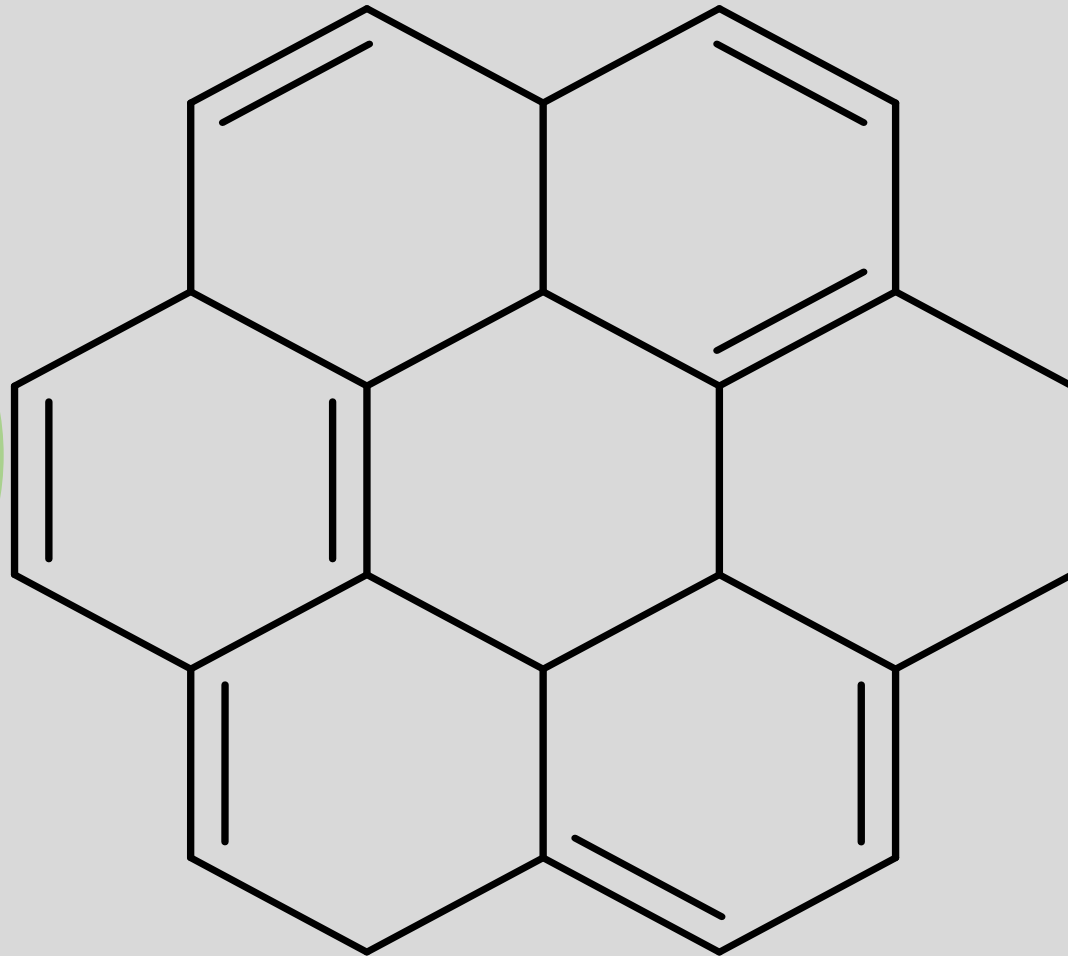


Degré d'insaturation

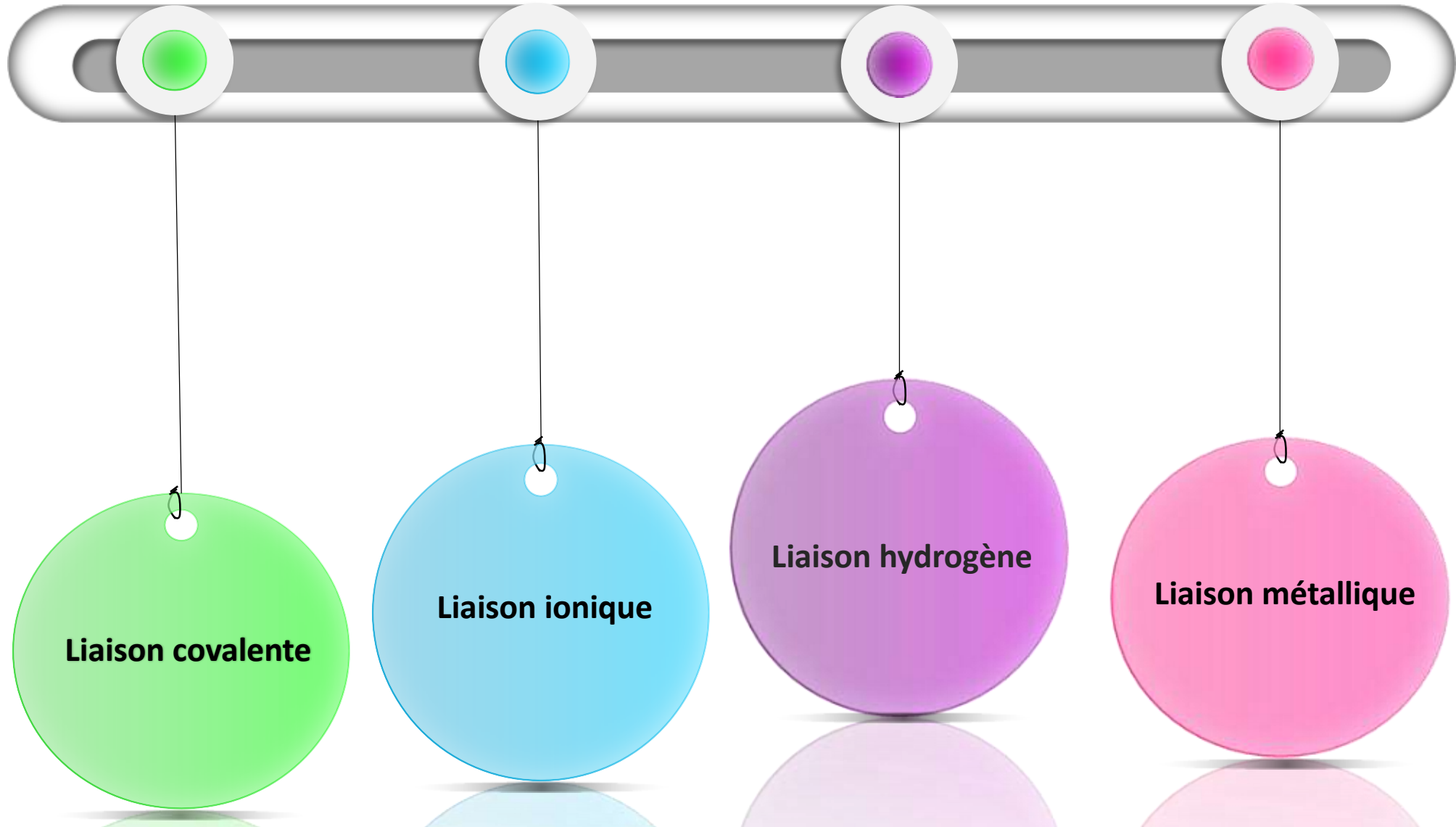
soit un composé organique de formule brute $A_xB_yC_zD_t$, le degré d'insaturation

sera :

$$DI = X - \frac{1}{2} Y + \frac{1}{2} t + 1$$



Types de liaisons



Liaison covalente

Rappel:

Une liaison covalente entre deux atomes se forme par recouvrement des nuages électroniques de deux électrons célibataires placés sur les couches externe.

La liaison covalente consiste à mettre en commun une ou plusieurs paires d'électrons entre deux atomes, elle sont appelées « doublets de liaison ».

Le nombre de liaison qu'un atome forme avec ses voisins s'appelle sa « valence ».

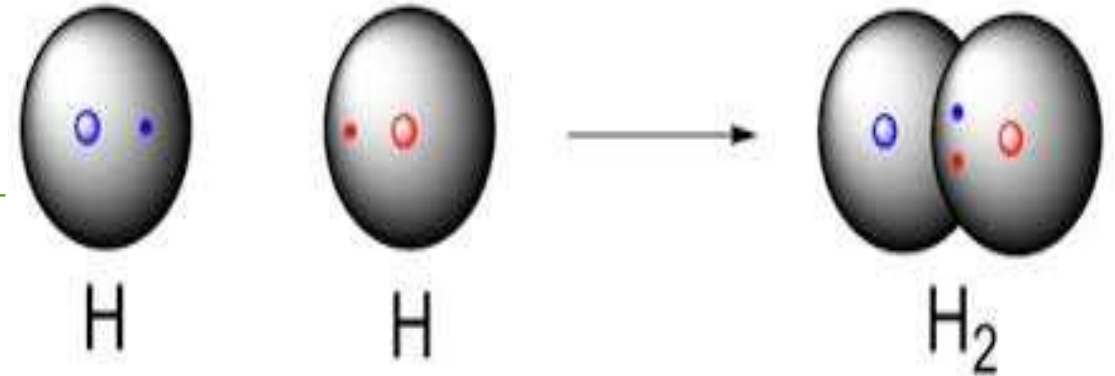
Liaison covalente

- Hydrogène, l'oxygène et l'azote sont les éléments qui peuvent se lier au carbone. Ce sont les éléments courants en chimie organique.
- Valence de quelques atomes :

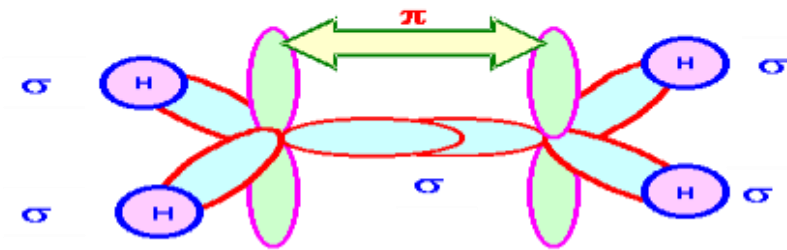
Élément courant	Nombre de valence
C	4
H	1
O	2
N	3

Liaison covalente

Liaison σ




Liaison π



Les orbitales atomiques

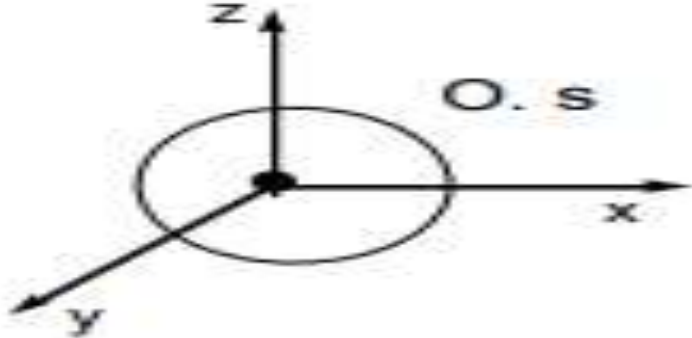
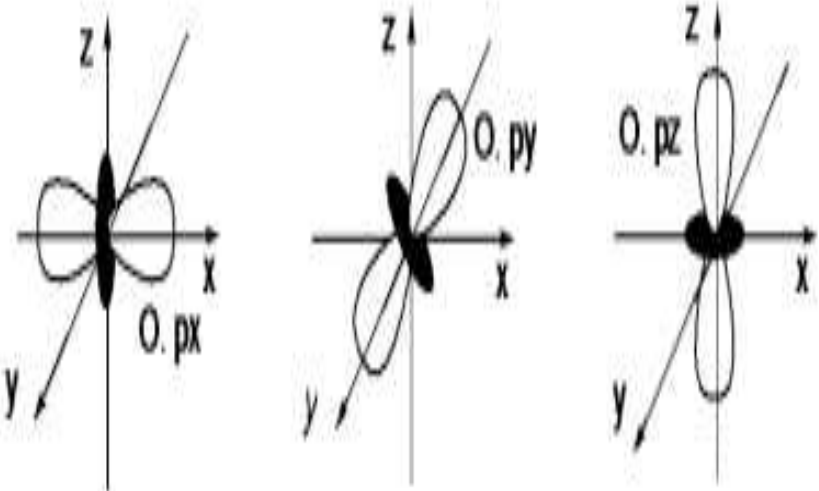
Une orbitale atomique est la zone de probabilité de présence d'un électron dans un atome



Les principales orbitales rencontrées en chimie organique sont représentées sur le *tableau suivante*:

Les orbitales atomiques

Différentes orbitales atomiques rencontrées en chimie organique

forme de l'orbitale atomique	symbole
	1s
	2s
	2px
	2py
	2pz

Orbitales Moléculaires

Pour rendre compte de la formation de la liaison chimique, il faudra décrire la molécule par une nouvelle orbitale qui sera un « mélange » des orbitales atomiques

Dans une molécule, l'orbitale atomique de chaque électron va se délocaliser partiellement ou totalement sur la molécule tout entière et c'est cette nouvelle orbitale délocalisée qui porte le nom d'**orbitale moléculaire**.

Pour qu'une molécule soit stable, il faut avoir un bilan énergétique liant. Si le recouvrement est axial, on a une liaison dite σ , si le recouvrement est latéral, la liaison sera dite π .

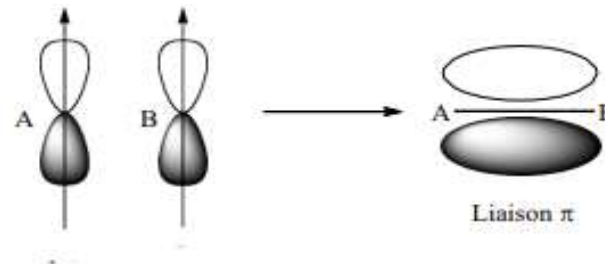
Orbitales Moléculaires

- Exemples de recouvrements:

Exemple 1 : recouvrement axial d'une orbitale s et d'une orbitale pz



Exemple 2 : recouvrement latéral entre deux orbitales 2pz de deux atomes A et B :

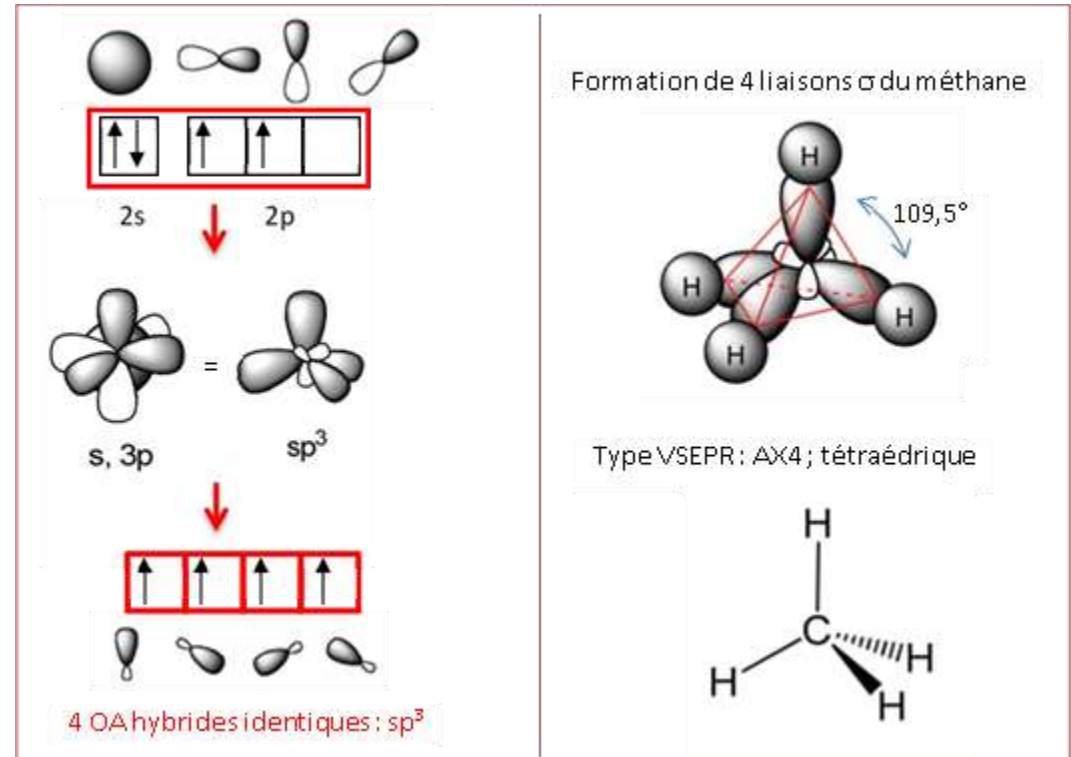


Orbitales Hybrides

Hybridation sp^3

Elle résulte de la combinaison linéaire d'une orbitale s avec 3 orbitales p d'un même atome. Pour décrire une molécule tétraédrique telle que CH_4 , pyramidale avec une paire non liante comme NH_3 ou angulaire avec deux paires non liantes comme H_2O .

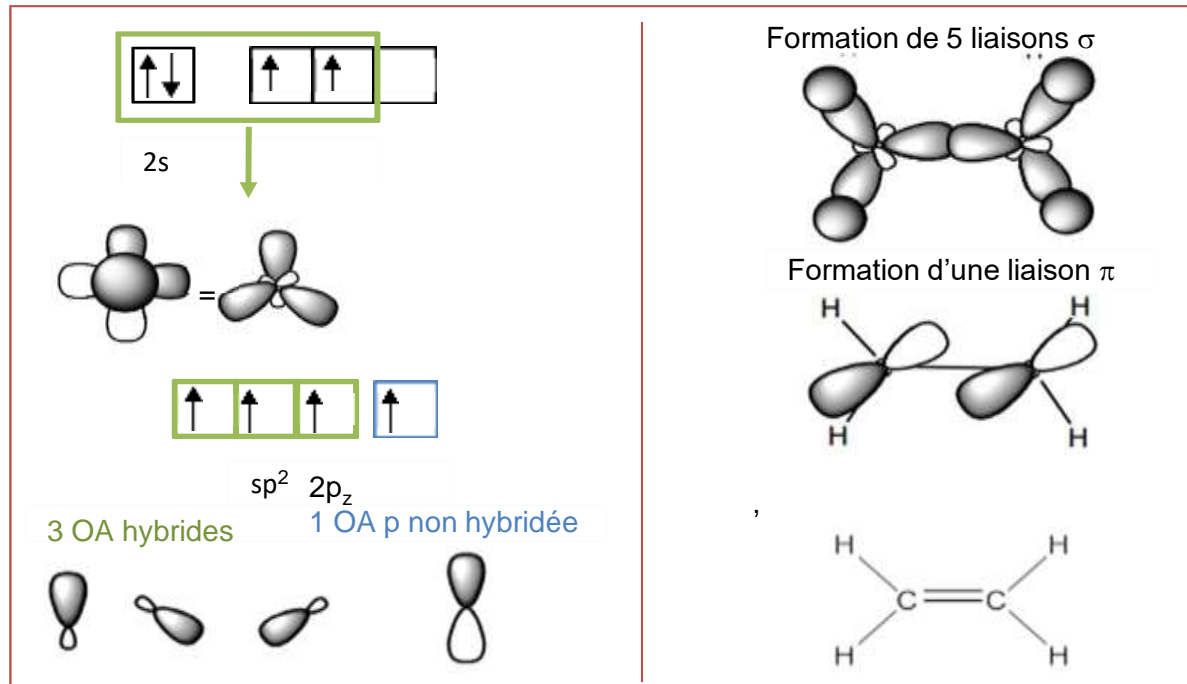
Exemple : CH_4



Orbitales Hybrides

Hybridation sp^2

Elle résulte de la combinaison linéaire d'une orbitale s avec 2 orbitales p d'un même atome. Pour décrire une molécule trigonale telle que BH_3 ; l'autre orbitale p est inchangée et sera à l'origine de la liaison π de l'éthylène. *Exemple :*
 C_2H_4



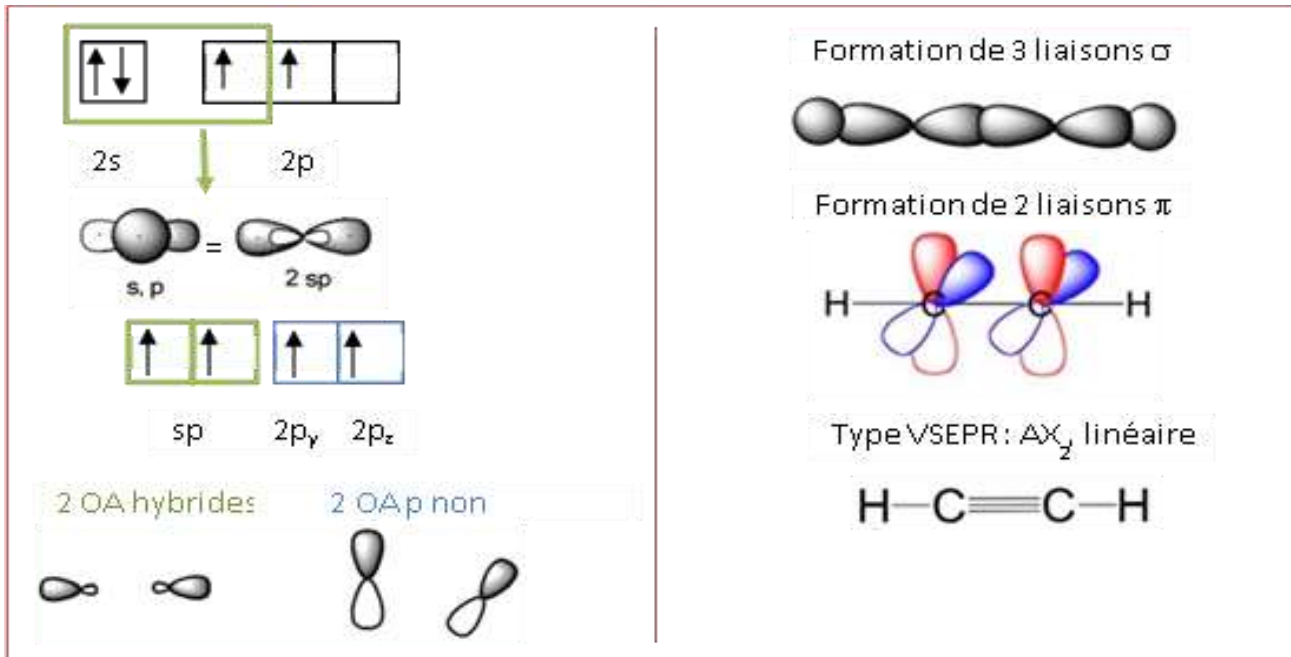
Remarque : un atome présente une liaison π est toujours hybridé sp^2 .

Orbitales Hybrides

Hybridation sp

Elle résulte de la combinaison linéaire d'une orbitale s avec une orbitale p d'un même atome. Pour décrire une molécule linéaire telle que BeH_2 ; les deux autres orbitales p sont inchangées et seront à l'origine, par exemple, des deux liaisons π dans l'acétylène.

Exemple : C_2H_2 .



Remarque : un atome présente deux liaisons π est toujours hybridé sp .

Orbitales Hybrides

Conclusion :

Orbitales hybrides	Figure de répulsion	Angles de liaisons théoriques	Type de liaisons	Liaison
sp^3	Tétraédrique	$109,5^\circ$	Simple	σ
sp^2	Triangulaire	120°	Double	$\sigma + \pi$
sp	Linéaire	180°	Triple	$\sigma + \pi + \pi$

Ordre de liaison ou indice de liaison

- L'ordre de liaison (O.L.) est défini par:

$$\text{O.L.} = \frac{n_{\text{é}}(\text{liante}) - n_{\text{é}}(\text{antiliante})}{2}$$

- Où $n_{\text{é}}$ (liante) et $n_{\text{é}}$ (anti-liante) représentent le nombre d'électrons dans des orbitales moléculaires liantes et anti-liantes, respectivement.
- Lorsque l'ordre de liaison augmente, l'énergie de la liaison augmente et la longueur de la liaison diminue, reflétant une stabilité de plus en plus grande de la molécule par rapport aux atomes séparés.

Ordre de liaison ou indice de liaison

Exemple 1 :

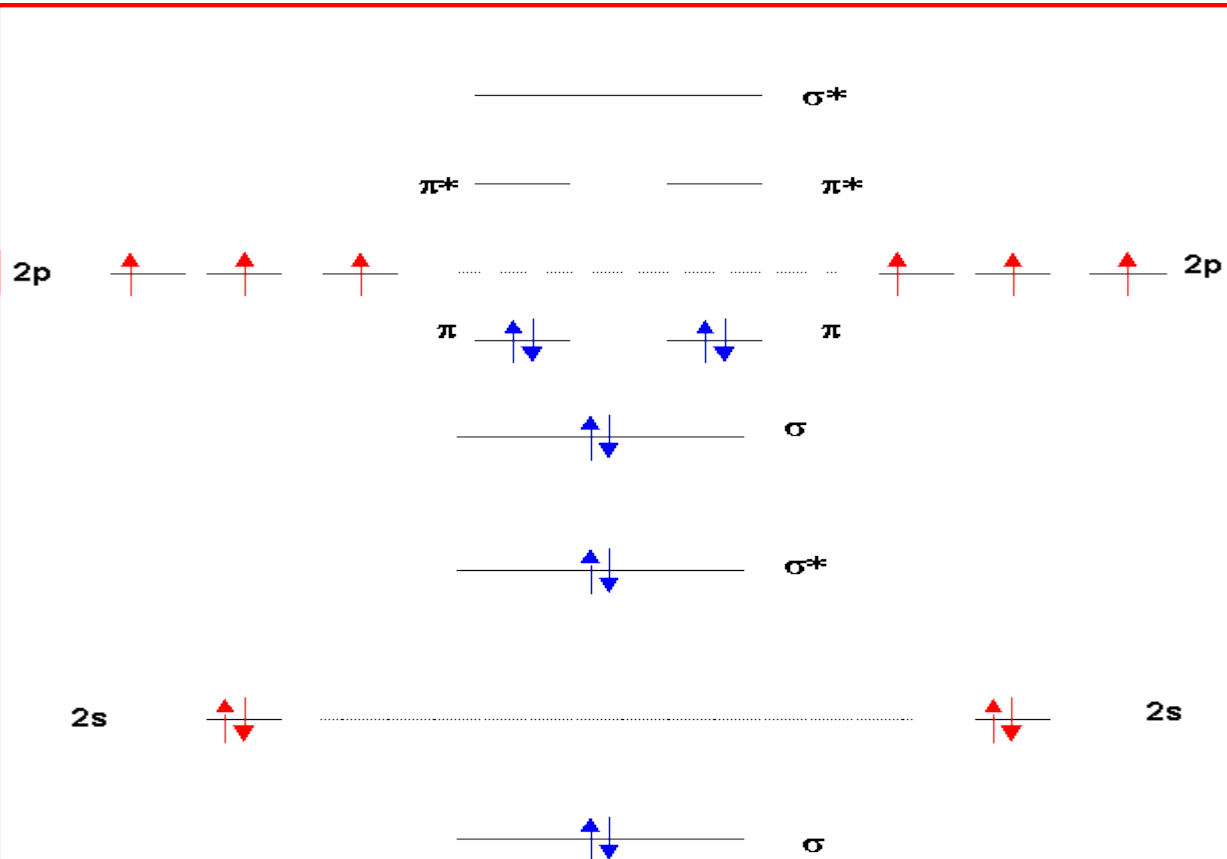


Schéma qualitatif des orbitales moléculaires de la molécule de diazote N_2
(supposée sans interaction sp)

Indice de liaison : $nl = (8 - 2) / 2 = 3$

Molécule diamagnétique (pas d'électron célibataire)

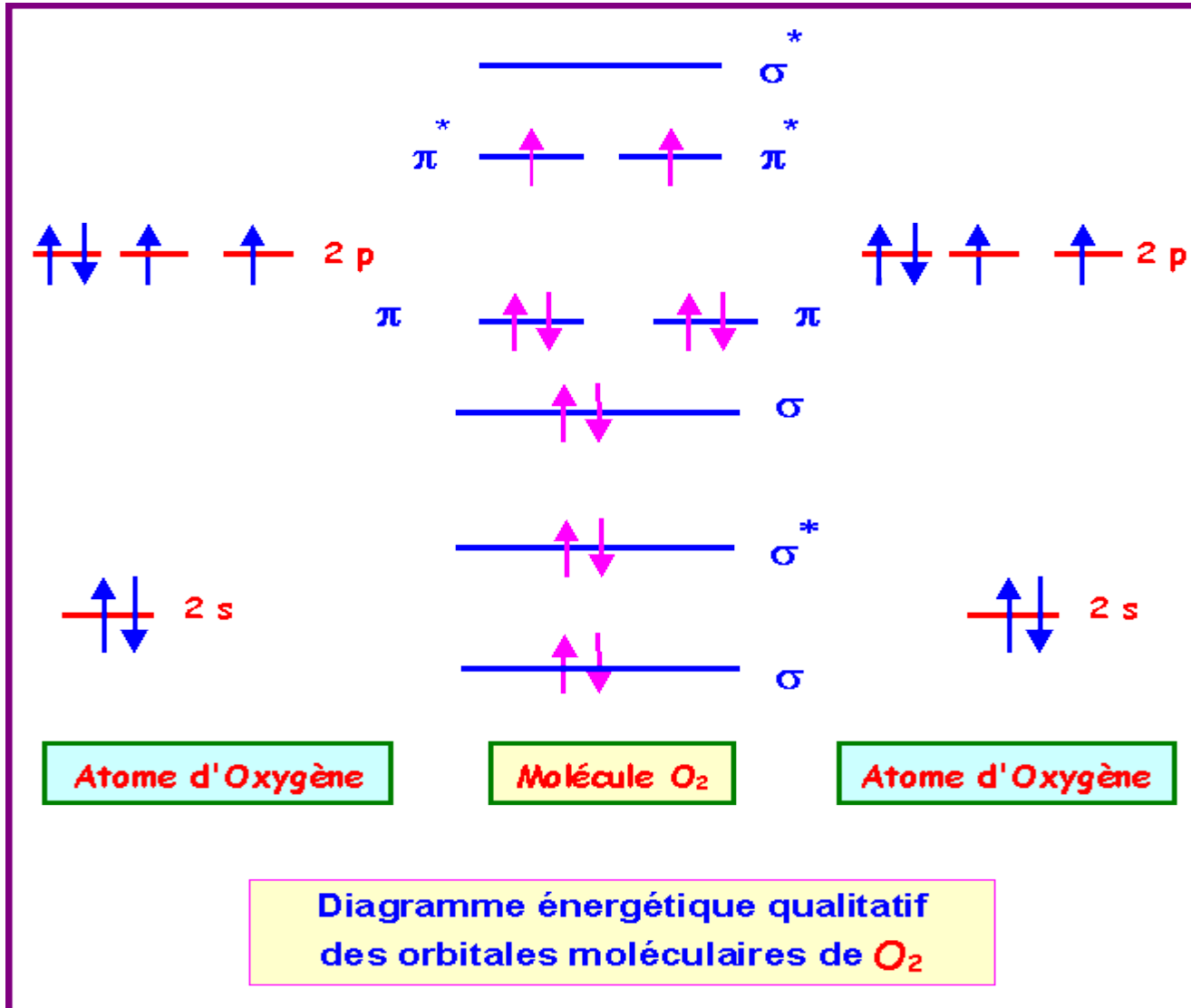
- Pour l'Azote N_2 , on observe :
 - 8 électrons dans les OM liantes
 - 2 électrons dans les OM non liantes
- **Indice de liaison = $(8 - 2) / 2 = 3$**

On observe bien une triple liaison



Ordre de liaison ou indice de liaison

Exemple 2 :



- Pour l'Oxygène O_2 , on observe :
8 électrons dans les OM liantes
4 électrons dans les OM non liantes

- **Indice de liaison = $(8 - 4) / 2 = 2$**

On observe bien une double liaison
 $O=O$

**MERCI POUR VOTRE
ATTENTION**