

# CHIMIE ORGANIQUE

# PRÉSENTATION

- Pr Stéphane Azouley
- 16h de cours
- 8 QCM au concours
- 40 points
- Apprentissage et compréhension

# PLAN

- I. Tableau périodique des éléments
- II. Définitions de bases
- III. VSEPR
- IV. Les différents états du carbones, sa géométrie et l'hybridation
- V. Nomenclature
- VI. Classe des atomes principaux
- VII. Représentations
- VIII. Isomérie et stéréo-isomérie
- IX. Configuration absolue et relative
- X. Les effets électroniques
- XI Les interactions non covalentes



## II. DÉFINITIONS

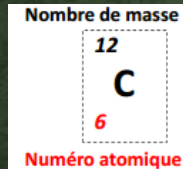
- Valence
- Nombre d'électrons de valence
- Orbitales atomiques
- Orbitales moléculaires
- Règle du duet et de l'octet

# III. VSEPR

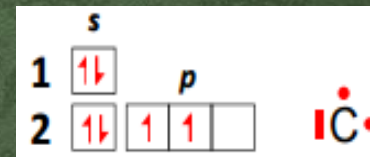
- Définit la forme des molécules dans l'espace
- $AX_nE_m$ 
  - A : atome central
  - X : différentes directions vers l'atome avec n indiquant le nombre de directions
  - E : doublets non liants avec m indiquant le nombre de doublets
- Figure de répulsion définie par  $n+m$

# IV. LES DIFFÉRENTS ÉTATS D'HYBRIDATION DU CARBONE, SA GÉOMÉTRIE ET L'HYBRIDATION

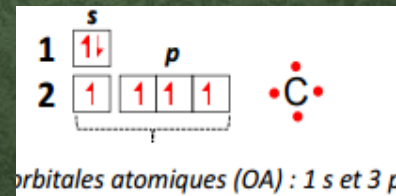
- Carbone



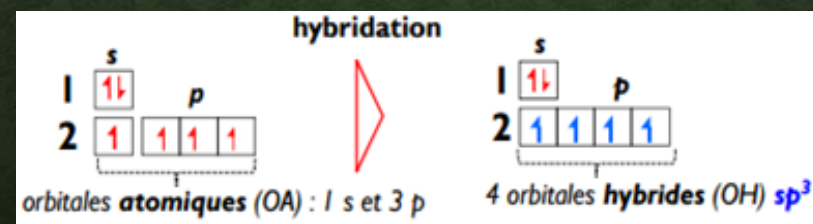
- Remplissage théorique des orbitales



- Remplissage réel des orbitales



- Comment expliquer la nature indifférenciée des 4 liaisons du méthane CH<sub>4</sub> ?



# IV. LES DIFFÉRENTS ÉTATS DU CARBONE, SA GÉOMÉTRIE ET L'HYBRIDATION

- Différents états d'hybridations pour le carbone :  $sp$ ,  $sp^2$  et  $sp^3$
- Méthane  $\longrightarrow$   $sp^3$
- Ethène  $\longrightarrow$   $sp^2$
- Ethyne  $\longrightarrow$   $sp$

# V. NOMENCLATURE

A) Fonctions chimiques

B) Hydrocarbures




C) Insaturations




# V-A) FONCTIONS CHIMIQUES PAR ORDRE DE PRIORITÉ

Classe	Formule	Préfixe	Suffixe
<b>Acides carboxyliques</b>		Carboxy-	Acide ...oïque Acide ...carboxylique
Acides sulfoniques		Sulfo-	Acide ...sulfonique
Sels d'acides		-	...oate de métal ...carboxylate de métal
Anhydrides d'acides		-	Anhydride ...oïque
<b>Esters</b>		Alkoxy-carbonyl-	...oate d'alkyle ...carboxylate d'alkyle
Halogénures d'acyle		Halogénocarbonyl-	Halogénure de ...oyle Halogénures de ...carbonyle
<b>Amides</b>		Carbamoyl-	...amide ...carboxamide
Nitriles	$R-C\equiv N$	Cyano-	...nitrile ...carbonitrile

Classe	Formule	Préfixe	Suffixe
<b>Aldéhydes (Thio-)</b>		Formyl- ou Oxo-	-al ...carboxaldéhyde
<b>Cétones (Thio-)</b>		Oxo-	-one (-thione)
<b>Alcools</b>	$R-OH$	Hydroxy-	-ol
Phénols		Hydroxy-	-ol
<b>Thiols</b>	$R-SH$	Sulfanyl-	-thiol
<b>Amines</b>		Amino-	-amine (chaînes 2 <sup>aires</sup> en préfixes) : N-alkyl-
Imines		Imino-	-imine
Ethers - (ép)oxydes		Alkoxy- Époxy-	Éther (oxyde) de R et de R'
Sulfures (epi-)		Alkylthio- (épi-thio-)	Sulfure de R et de R'
(Hydro)péroxydes	$R-OOR'$ $R-OOH$	(Hydro)péroxy-	(Hydro)péroxyde de R et de R'

## V-B) HYDROCARBURES

Hydrocarbure	Formule	Préfixe
Méthane	CH <sub>3</sub> -	Méthyl-
Ethane	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> -	Ethyl-
Propane		Propyl-
Butane		Butyl-
Pentane		Pentyl-
Hexane	C <sub>6</sub>	hexyl-

Hydrocarbure	Formule	Préfixe
Heptane	C <sub>7</sub>	Heptyl-
Octane	C <sub>8</sub>	Octyl-
Nonane	C <sub>9</sub>	Nonyl-
Cyclohexane		Cyclohexyl-
Benzene		Phényl-
Naphatène		Naphtyl-

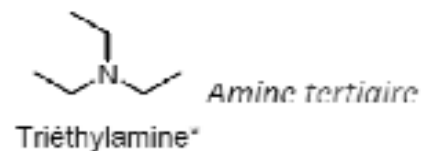
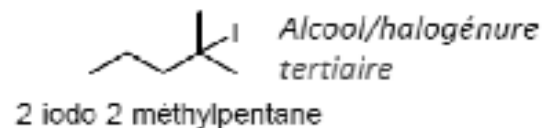
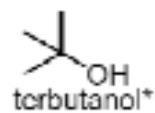
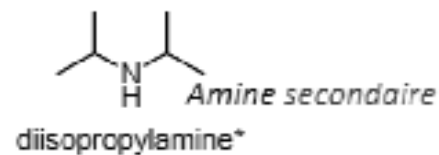
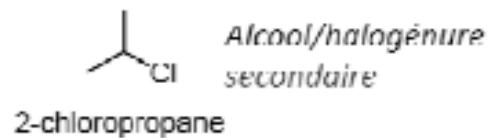
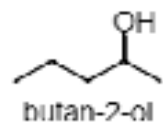
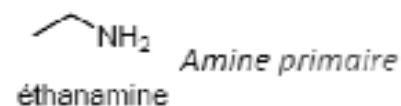
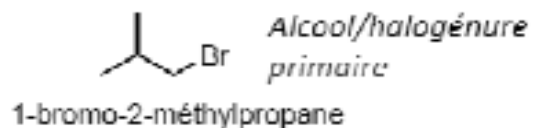
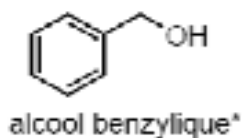
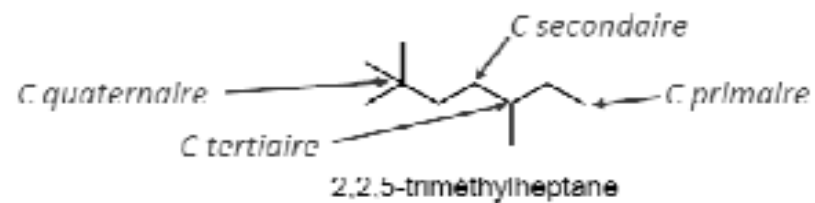
## V-C) INSATURATIONS

- Double liaison : on remplace –an- par –èn-
- Triple liaison : on remplace -an- par –yn-
- Les doubles liaisons sont prioritaires sur les triples liaisons

# V. NOMENCLATURE

- 1) Trouver les fonction chimique de la molécule
- 2) Identifier la fonction principale
- 3) Placer le nom de la fonction principale en suffixe et des fonctions secondaires en préfixe
- 4) Identifier la chaine carbonée la plus insaturée, la plus longue et la plus substituée qui porte la fonction principale (hydrure parent) et la numéroter de façon à ce que la fonction principale ait le plus petit numéro (devant suffixe)
- 5) Placer les insaturations entre l'hydrure parent et le suffixe en remplaçant –an- par –en- ou –yn-
- 6) Placer les substituants en préfixes par ordre alphabétique

# VI. CLASSE DES ATOMES PRINCIPAUX



# VII. REPRÉSENTATIONS

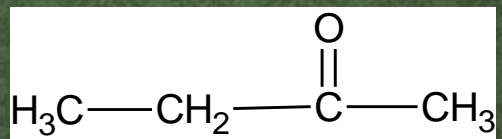
A) Les différentes formules

B) Les différents modèles

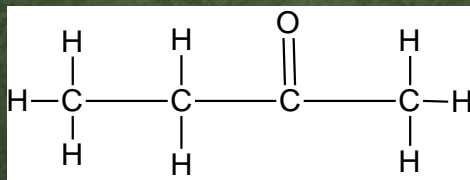
# VII-A) LES DIFFÉRENTES FORMULES

- Formule brute → Ex : Méthane  $\text{CH}_4$ , Benzène  $\text{C}_6\text{H}_6$

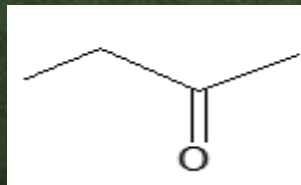
- Formule semi-développée → Ex :



- Formule développée → Ex :

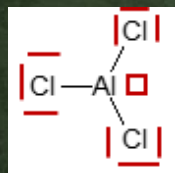


- Formule topologique → Ex :



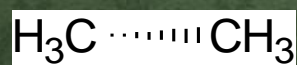
## VII-B) LES DIFFÉRENTS MODÈLES

• Lewis :



• Cram :

➤ Liaison en arrière du plan :



➤ Liaison en avant du plan :

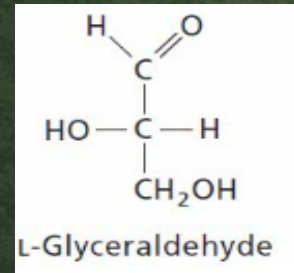


➤ Liaison dans le plan :

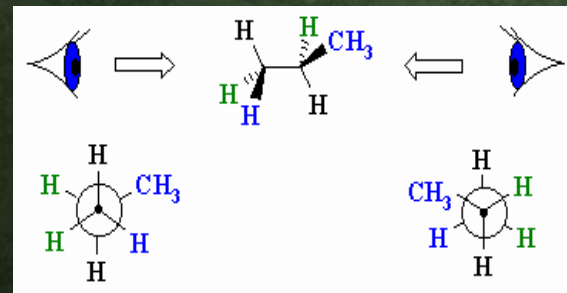


# VII-B) LES DIFFÉRENTS MODÈLES

- Fischer :



- Newman :



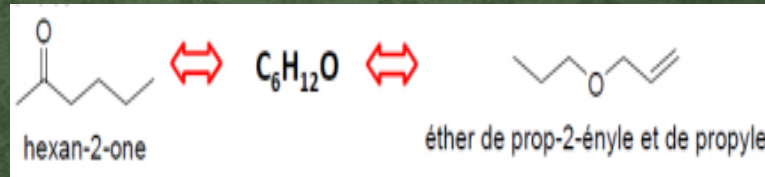
# VIII. ISOMÉRIE ET STÉRÉO-ISOMÉRIE

A) Isométrie plane

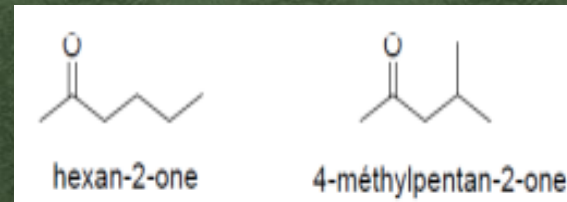
B) Stéréo-isométrie

# VIII-A) ISOMÉRIE PLANE

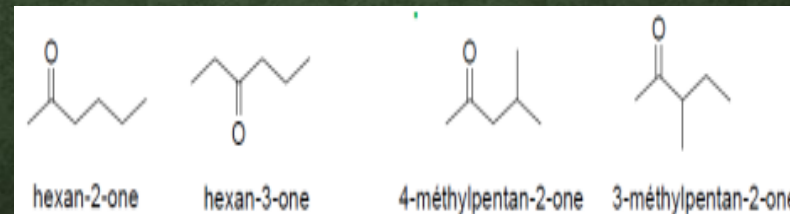
- Isométrie de constitution :



- Isométrie de chaîne :



- Isométrie de position :



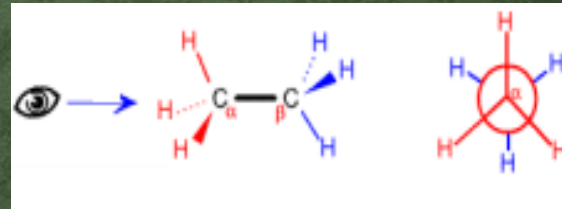
# VIII-B) STÉRÉO-ISOMÉRIE

- De conformation
- De configuration

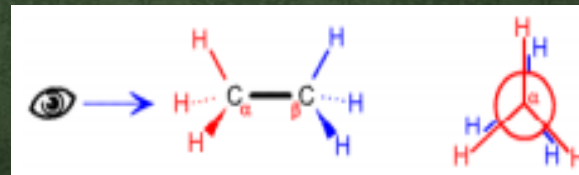
# VIII-B) STÉRÉO-ISOMÉRIE DE CONFORMATION

- Composés acycliques

➤ Conformation décalée :



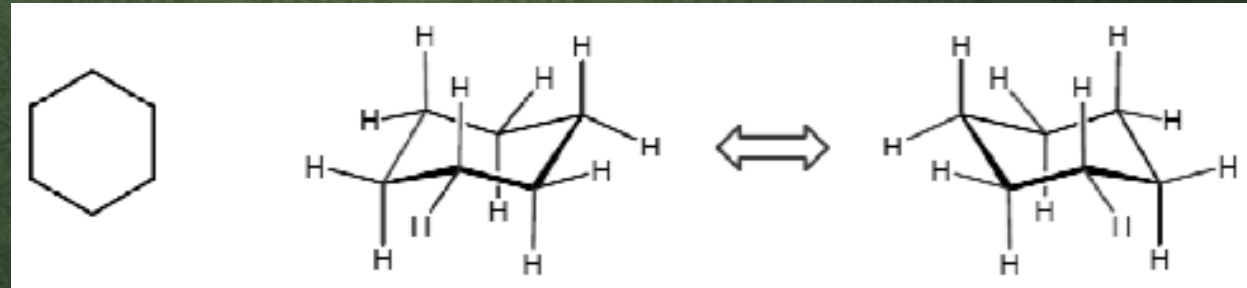
➤ Conformation éclipsée :



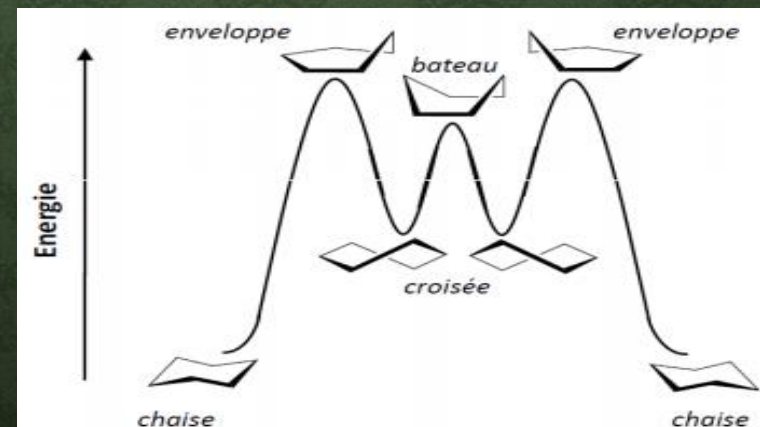
# VIII-B) STÉRÉO-ISOMÉRIE DE CONFORMATION

- Composés cycliques

➤ Conformation chaise :



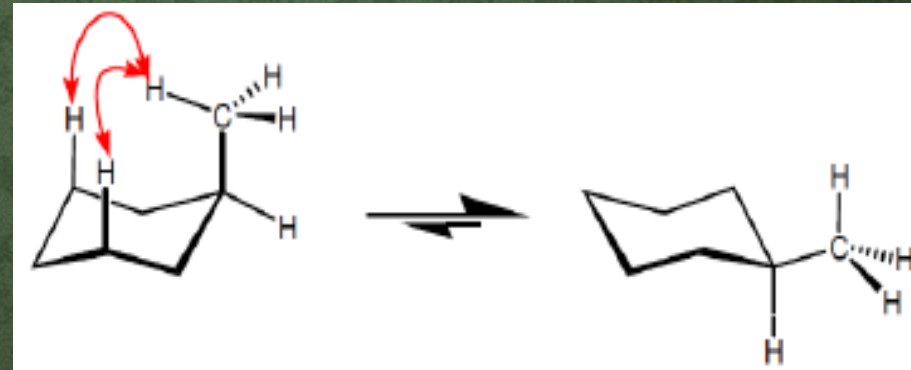
➤ Différentes conformations :



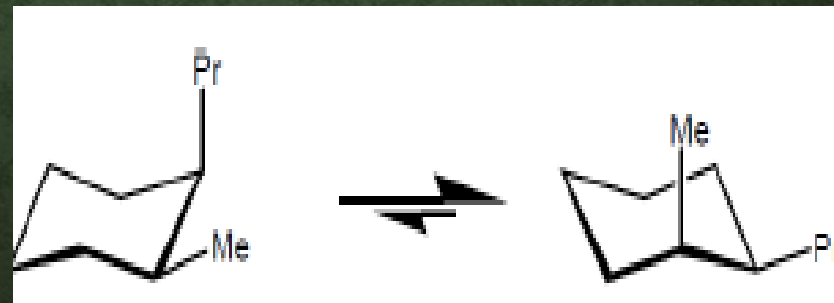
# VIII-B) STÉRÉO-ISOMÉRIE DE CONFORMATION

- Composés cycliques

➤ Interactions 1,3 diaxiales :

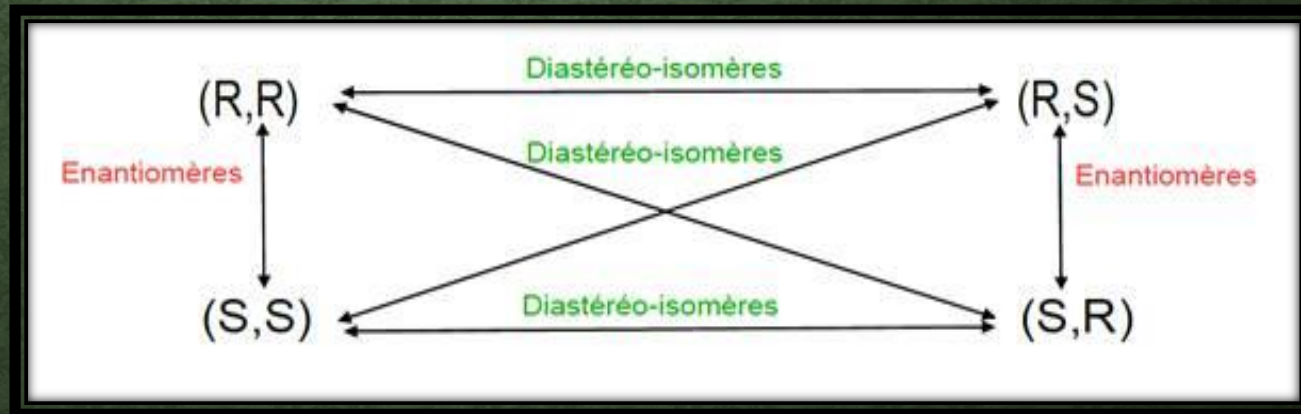


➤ Forme la plus stable :



# VIII-B) STÉRÉO-ISOMÉRIE DE CONFIGURATION

- Chiralité
- Enantiomères
- Diastéréoisomères



# IX. CONFIGURATION ABSOLUE ET RELATIVE

A) Configuration absolue

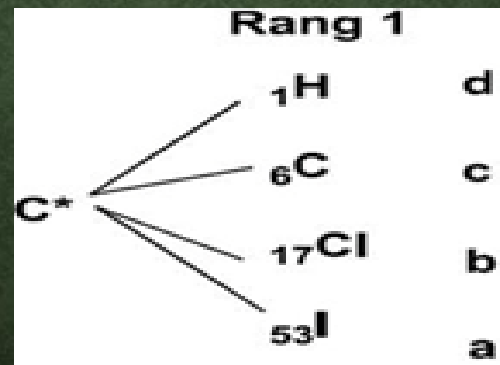
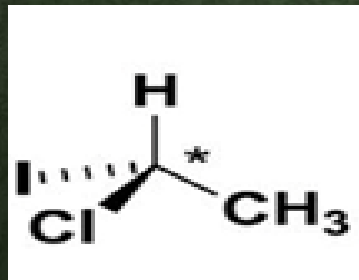
B) Configuration relative des doubles liaisons et des cycles

## IX-A) CONFIGURATION ABSOLUE

- Comment déterminer si le carbone asymétrique est R ou S ?

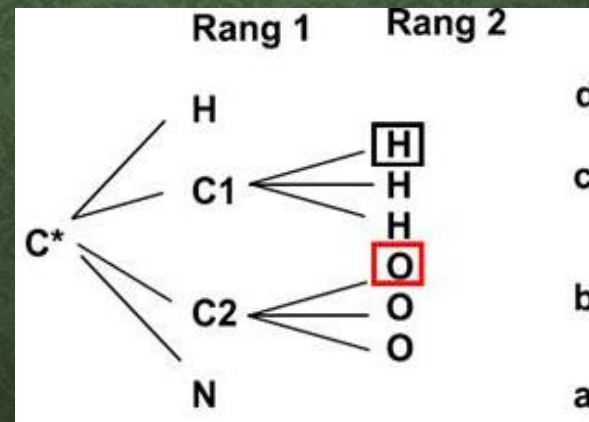
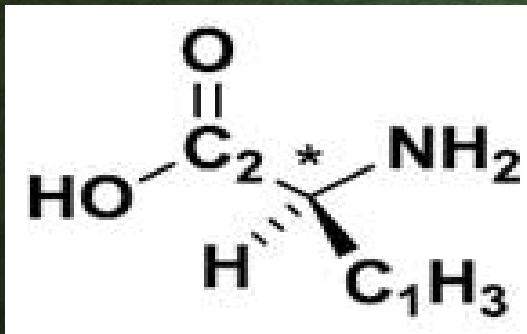
Pour cela, on classe les substituants par ordre de priorité ( $a > b > c > d$ )

1. On analyse la nature des substituants au rang n°1. On les classe par ordre décroissant selon leur numéro atomique.



# IX-A) CONFIGURATION ABSOLUE

2. Si deux atomes ont le même numéro atomique au rang n, on les compare au rang n+1



## IX-A) CONFIGURATION ABSOLUE

3. Une fois le classement effectué, on suit le sens établi par les substituants a, b et c (dans cet ordre).

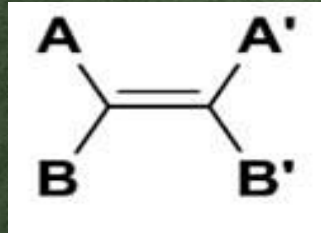
- Si on tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, le carbone asymétrique est de configuration R
- Si on tourne dans le sens inverse, il est S

# IX-A) CONFIGURATION ABSOLUE

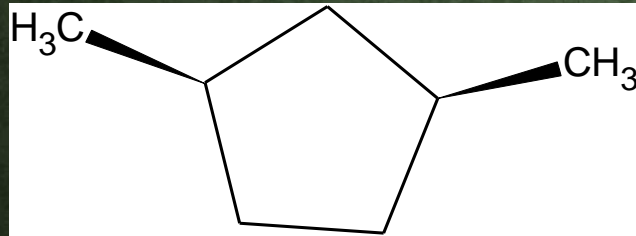
- 2 cas à connaître :
  - Si la liaison entre le carbone asymétrique et le substituant d est en avant du plan, on inverse
  - Si la liaison entre le carbone asymétrique et le substituant d est dans le plan on l'échange avec le substituant placé en arrière puis on fait un R/S normal puis on inverse la configuration obtenue

# IX-B) CONFIGURATION RELATIVE

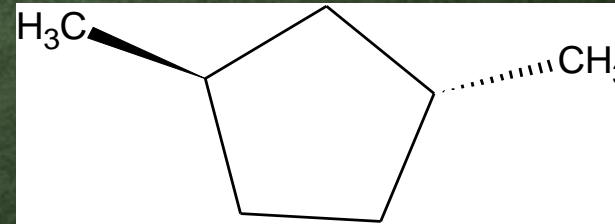
- Double liaisons :



- Cycles :



Configuraton cis



Configuration  
trans

# X. LES EFFETS ÉLECTRONIQUES

- A) L'électronégativité
- B) L'effet inductif
- C) La mésomérie
- D) L'effet mésomère

# X-A) L'ÉLECTRONÉGATIVITÉ

- Mesure l'aptitude d'un élément à attirer les électrons vers lui
- 2 échelles : Mulliken et Pauling
- L'électronégativité augmente vers le haut et la droite du tableau périodique (inversement au rayon atomique)

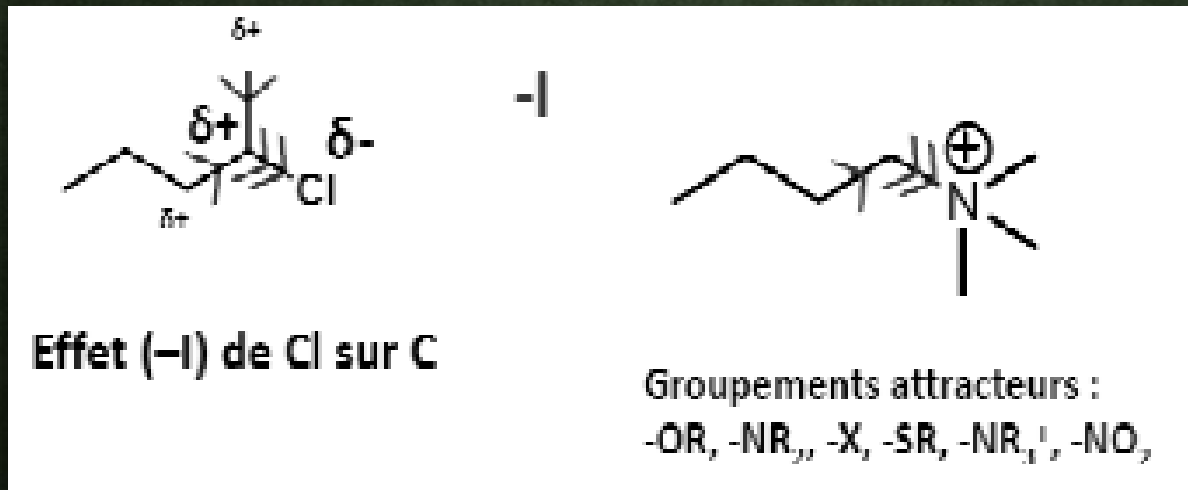
## **X-B) L'EFFET INDUCTIF**

- Conséquence de la différence d'électronégativité entre les éléments liés entre eux
- Effet à courte portée

# X-B) L'EFFET INDUCTIF

## 1) Effet inductif attracteur -I

- Résultante de la présence d'atomes électronégatifs
- Groupements attracteurs : halogènes, OR, NR<sub>2</sub>, SR, NR<sub>3</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub>



# X-B) L'EFFET INDUCTIF

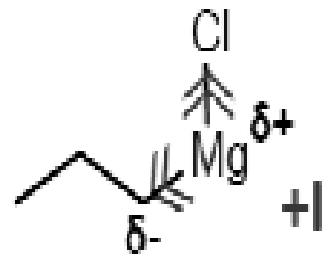
2) Effet inductif donneur +I

Représenté par :

- les organomagnésiens (R-Mg-X)
- Les atomes possédant une charge formelle négative (excès d'électrons)
- Les carbones en contact d'un carbocation

# X-B) L'EFFET INDUCTIF

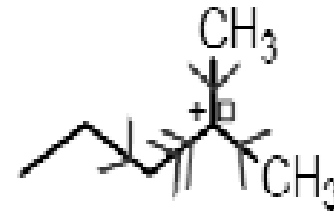
## 2) Effet inductif donneur +I



*Organo magnésien  
ou réactif de grignard,  
magnésium électropositif*



*Surcharge électronique  
ici l'oxygène est donneur*



*plus le groupement  
alkyl est important  
et ramifié plus l'effet  
+I est fort*

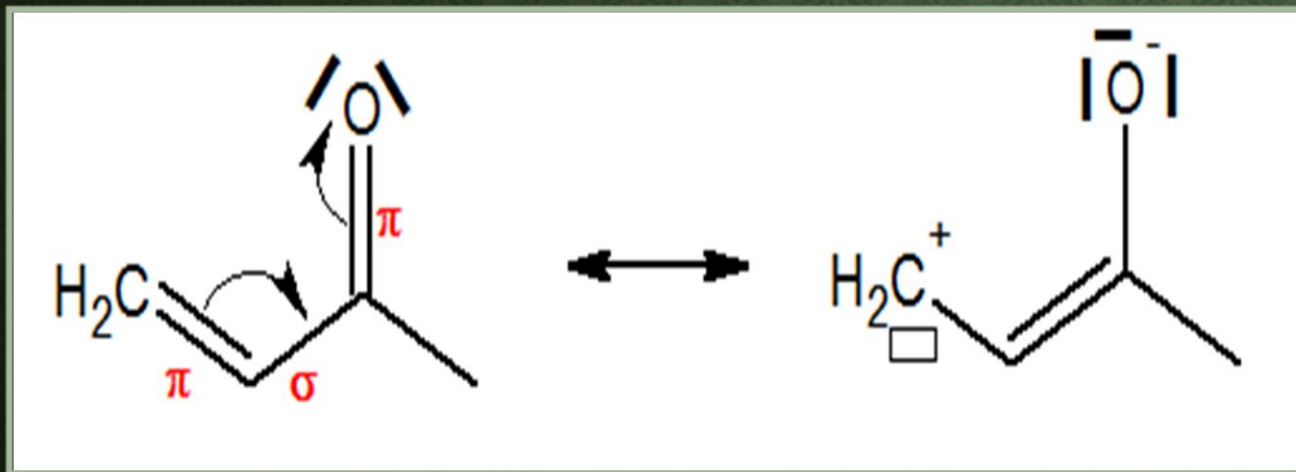
## X-C) LA MÉ SOMÉRIE

- Déplacement d'électrons contenus dans une liaison  $\pi$  ou dans un doublet non liant.
- Nécessite d'être dans un système conjugué c'est-à-dire que **chaque double liaison ou doublet non liant doit être séparé par une liaison  $\sigma$ .**
- La délocalisation d'un doublet non liant n'est possible que s'il se trouve dans une **orbitale p pure !**

# X-C) LA MÉ SOMÉRIE

- Les différents systèmes de mésomérie :

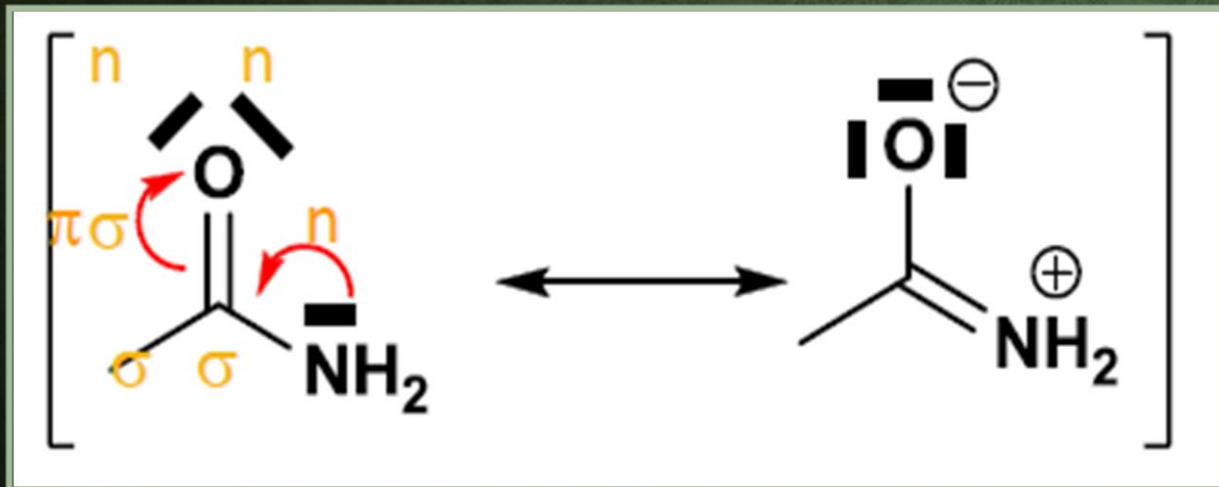
## 1) Système $\pi \sigma \pi$



# X-C) LA MÉ SOMÉRIE

- Les différents systèmes de mésomérie

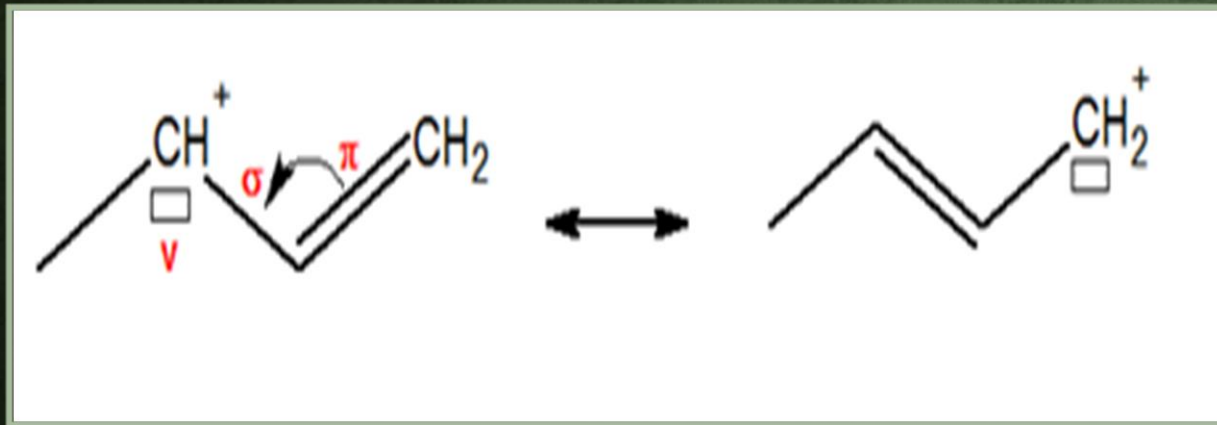
## 2) Système $\pi \sigma n$



# X-C) LA MÉ SOMÉRIE

- Les différents systèmes de mésomérie

## 3) Système $\pi \sigma \nu$ (case vacante)



# X-D) L'EFFET MÉ SOMÈRE

➤ Conséquence de la mésomérie

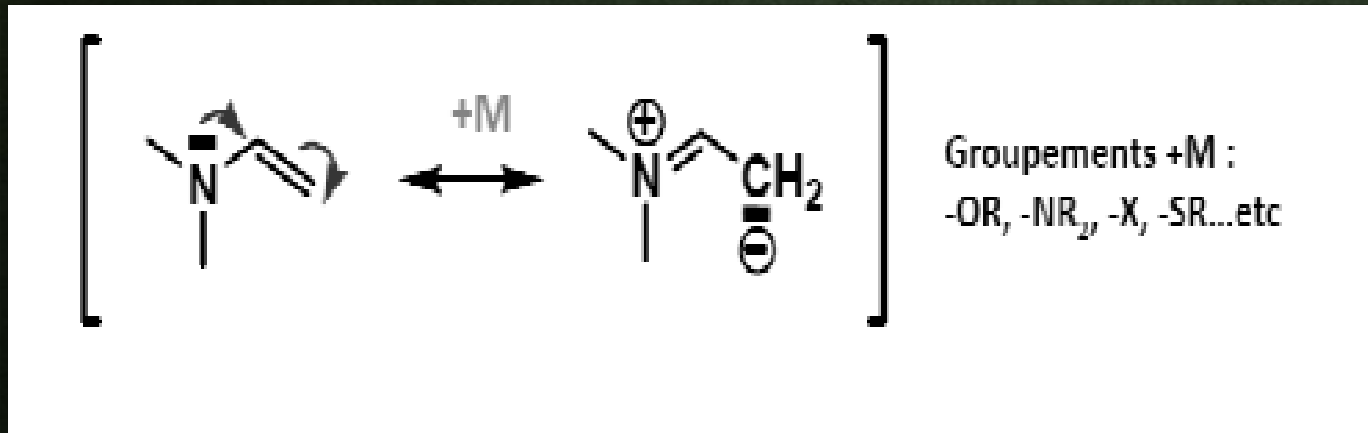
1) Effet mésomère donneur (+M)

2) Effet mésomère attracteur (-M)

# X-D) L'EFFET MÉ SOMÈRE

## 1) Effet mésomère donneur +M

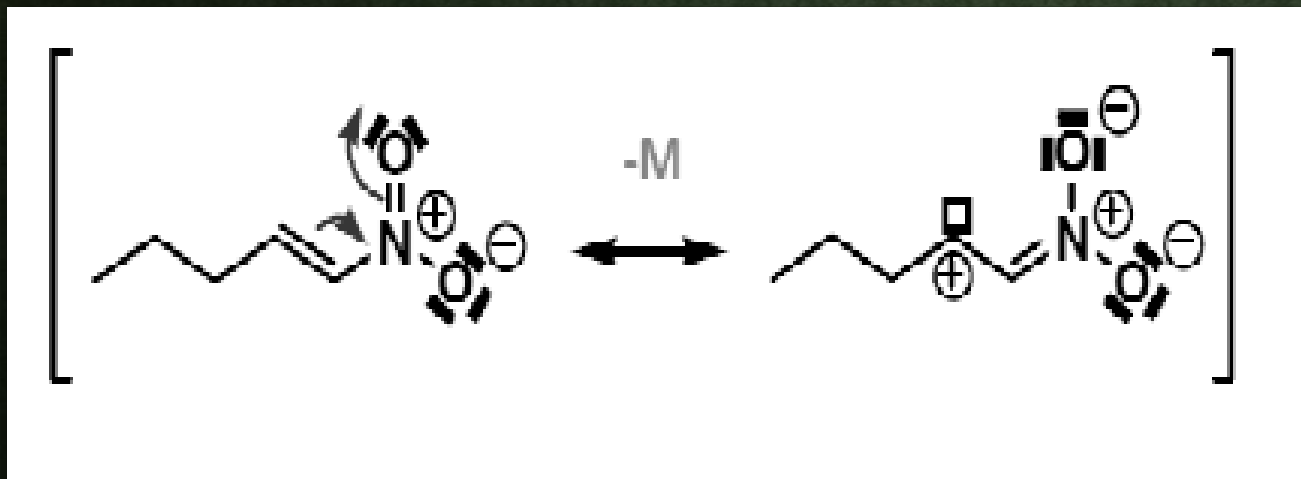
➤ Lorsqu'on a des atomes riches en électrons (généralement qui portent des doublets non liants) ex : -OR ; -NR<sub>2</sub> ; -X ; -SR.



# X-D) L'EFFET MÉ SOMÈRE

## 2) Effet mésomère attracteur -M

- C'est le cas du groupement nitro NO<sub>2</sub>. En effet le groupement azoté va avoir tendance à attirer les électrons de la double liaison.



# XI. LES INTERACTIONS NON COVALENTES

A) Les interactions électrostatiques

B) Les interactions de Van der Waals

C) Les liaisons hydrogènes

D) L'effet hydrophobe

# XI-A) LES INTERACTIONS ÉLECTROSTATIQUES

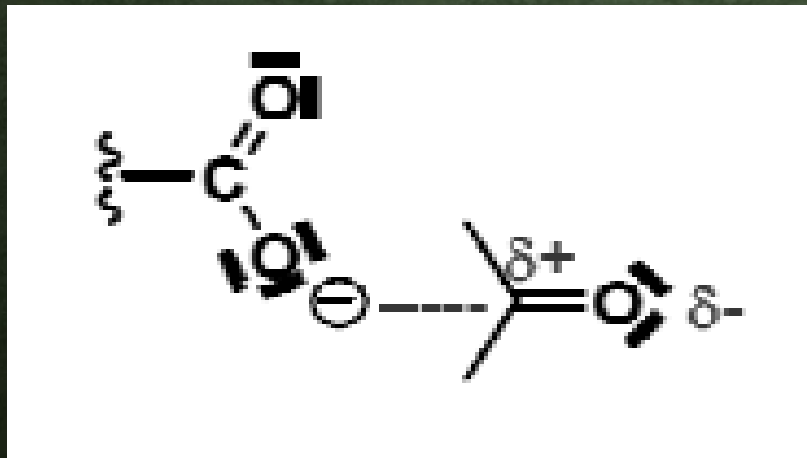
## 1) Entre deux charges

- Se retrouve au sein des protéines
- Est inversement proportionnelle à l'éloignement des charges
- Energie fortement diminué en présence d'eau (forte constante diélectrique)

# XI-A) LES INTERACTIONS ÉLECTROSTATIQUES

## 2) Entre charge et dipôle permanent

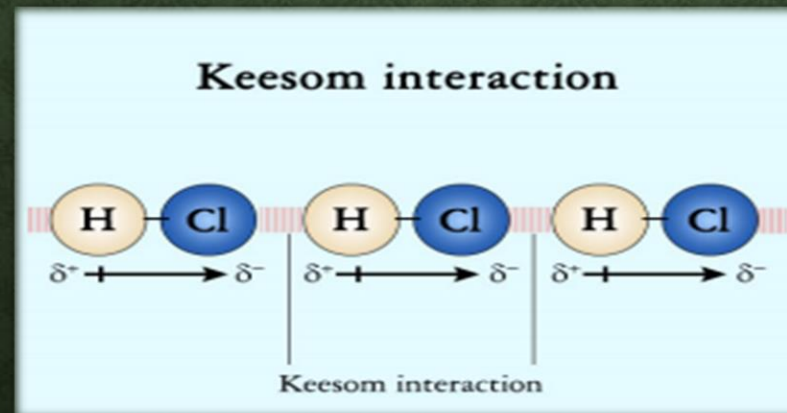
- Moins riche en énergie que l'interaction charge-charge
- Notion de dipôle liée à la polarité des molécules



# XI-B) LES INTERACTIONS DE VAN DER WAALS

➤ Ensemble d'interactions qui résultent de la déformation du nuage électronique des molécules sous l'influence d'un champ électrique créé par une charge ou un dipôle voisin.

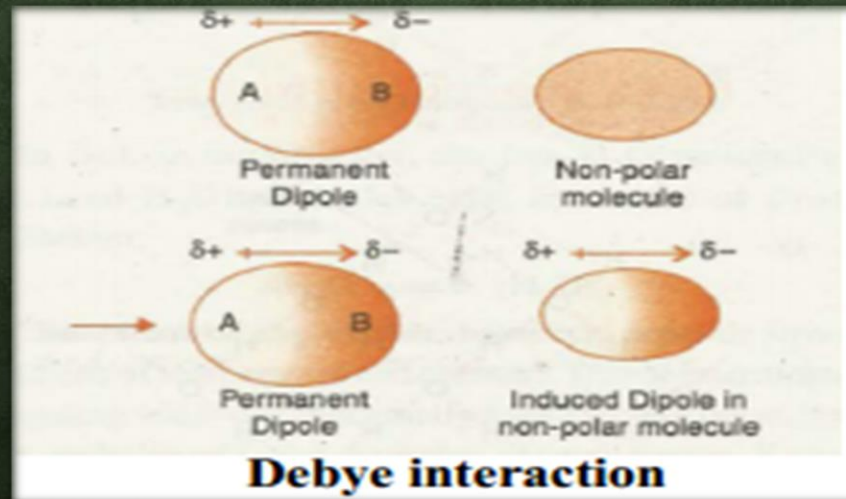
1) Interactions dipôle-dipôle de Keesom = forces d'orientation



# XI-B) LES INTERACTIONS DE VAN DER WAALS

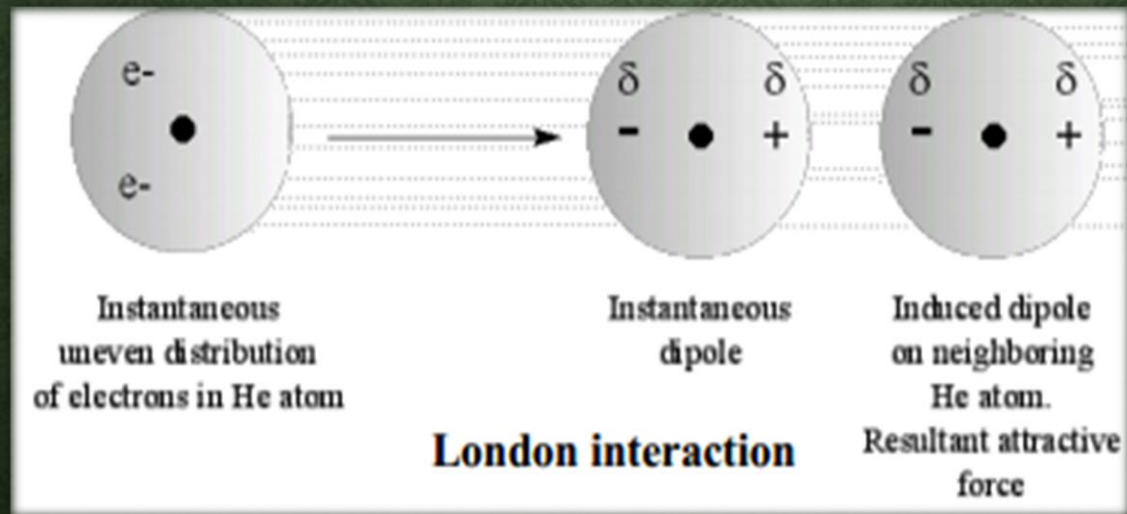
2) Les interactions dipôle-dipôle induit de Debye = forces d'induction

- le moment dipolaire d'une première molécule va entraîner une modification de la répartition des électrons d'une deuxième molécule qui était apolaire et qui devient un dipôle induit



# XI-B) LES INTERACTIONS DE VAN DER WAALS

3) Les interactions dipôle instantané-dipôle instantané de London = force de dispersion



# XI-C) LES LIAISONS HYDROGÈNES

- Cas particulier d'interaction dipôle-dipôle plus forte en énergie que les interactions de Vdw
- Se rencontre uniquement entre une molécule comportant un atome H lié à un atome X très électronégatif et un autre atome Y possédant un doublet non liant (F, O ou N)
- Interaction directive c'est-à-dire que les atomes sont colinéaires entre eux
- Peut jouer sur les propriétés physiques des composés organiques (point de fusion et d'ébullition, solubilité) mais également sur leur réactivité (acidité).

## **XI-D) L'EFFET HYDROPHOBE**

- Ensemble de facteurs qui permettent aux substances non polaires de minimiser leurs contacts avec l'eau
- Pas une répulsions mais une associations privilégiées !
- Essentielles en biologie dans les membranes cellulaires et dans le repliement des protéines

Fin