



# Chimie organique

# Késako?

- ❖ Pr ~~Olivier THOMAS~~ **Stephan AZOULAY**
- ❖ 8 cours de 2h
- ❖ 8 QCM au concours
- ❖ 40 points sur 600
- ❖ Apprentissage et compréhension
- ❖ ~~2 livres (cours + qcms)~~ facultatifs

# Les livres du prof



# Plan

---

I. Atomes, molécules et structures

II. Nomenclature

III. Effets électroniques

IV. QCM

# I- Atomes, molécules et structures

- A) Tableau périodique et atomes à connaître
- B) Théorie VSEPR
- C) Orbitales atomiques et moléculaires
- D) L'hybridation
- E) Représentations

# Définitions

❖ Electronégativité

Augmente vers le haut et la droite du TPE

❖ Valence d'un atome

❖ Nombre d'électrons de valence

❖ Nombre quantique principal

❖ Rayon atomique

Augmente vers le bas et la gauche du TPE

# I-A) Tableau périodique et atomes à connaître

H							
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca					Br	
						I	



# A retenir...

❖ Le fluor est l'atome le plus électronégatif +++

❖ Règles du duet et de l'octet

Elles sont respectées sur les deux premières lignes.

❖ Hypervalence possible à partir de la 3<sup>ème</sup> ligne

❖ Connaître les atomes d'hydrogène, de carbone, d'azote, d'oxygène, les halogènes (F, Cl, Br, I...)



# I-B) Théorie VSEPR

❖ Définit la forme des molécules dans l'espace

❖  $AX_nE_m$

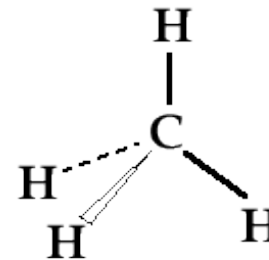
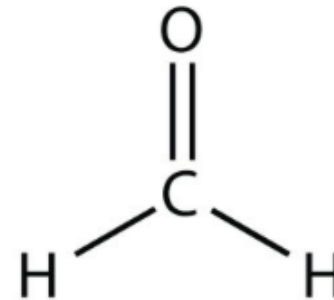
➤ A : atome central

➤ X : nombre d'atomes liés à A

➤ E : nombre de doublets non liants

❖ Figure de répulsion définie par  $m+n$

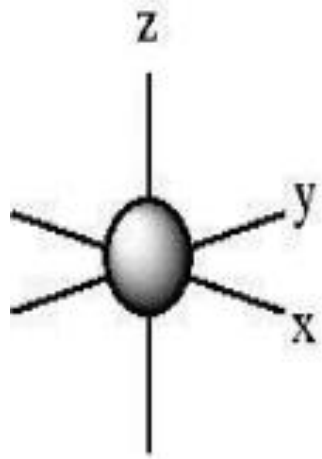
- $n + m = 2$  : forme linéaire
- $n + m = 3$  : forme trigonale plan
- $n + m = 4$  : forme tétraédrique



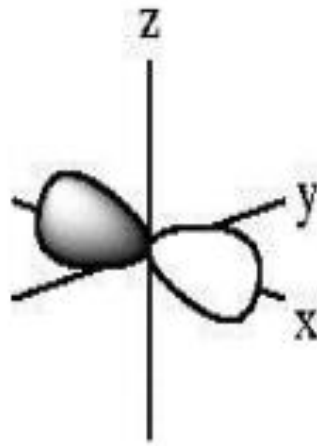
# I-C) Orbitales atomiques et moléculaires

- ❖ Les orbitales atomiques (OA) = niveaux d'énergies quantifiés
- Représentation de la *probabilité* de présence des électrons
- Représentées par des formes géométriques en 3D
- Deux types : OA s (sphérique) et OA p (en pelote)
- Electrons des OA s toujours localisés
- Possibilité de délocalisation des électrons situés dans des **OA**  
**p ou  $\pi$**

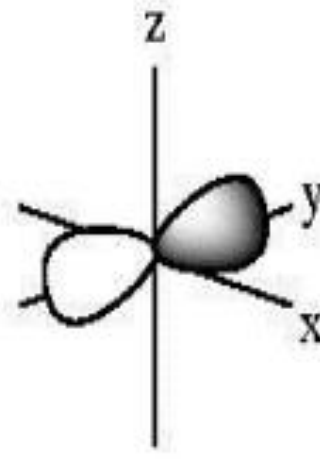
# I-C) Orbitales atomiques et moléculaires



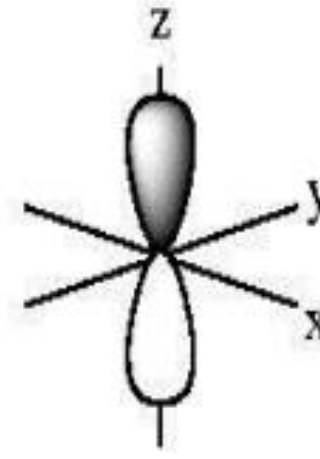
Orbitale s



Orbitale p<sub>x</sub>



Orbitale p<sub>y</sub>



Orbitale p<sub>z</sub>

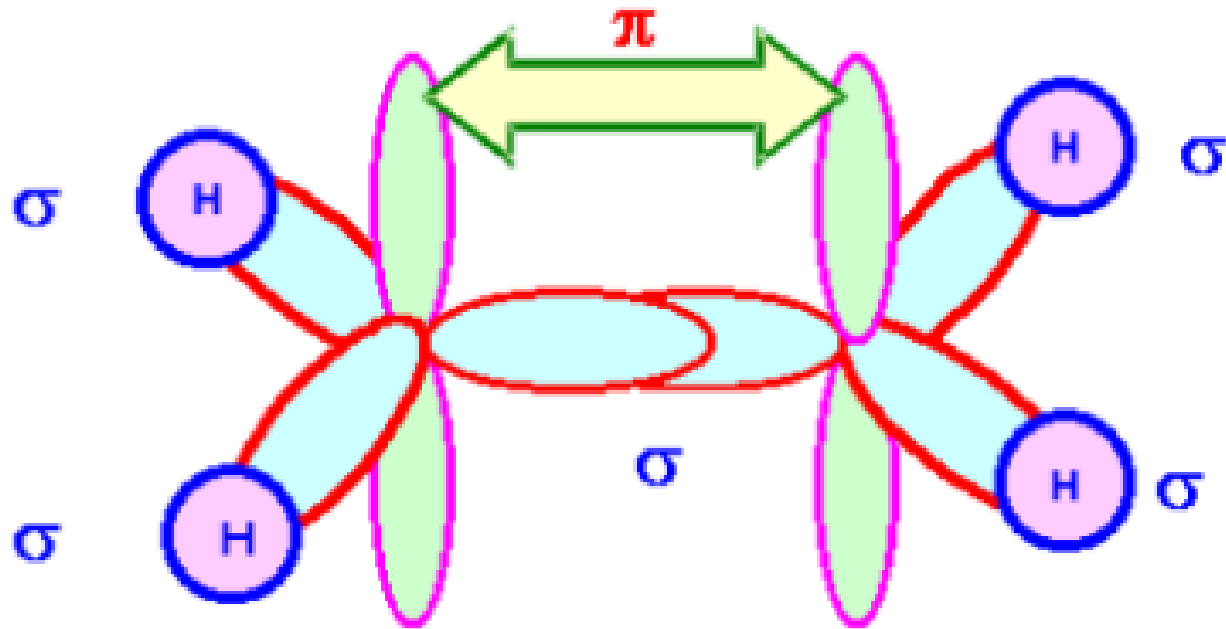
# I-C) Orbitales atomiques et moléculaires

- ❖ Orbitales moléculaires (OM) = combinaisons linéaires d'OA
  - Forment les liaisons chimiques entre atomes
  - Deux types : OM  $\sigma$  et OM  $\pi$ 
    - Recouvrement axial (2OAs/2OAp/1OAs et 1OAp) → 2 OM  $\sigma$
    - Recouvrement latéral (2OAp) → 2 OM  $\pi$

# I-C) Orbitales atomiques et moléculaires

- Une OM liante et une OM anti-liante
- Une liaison simple = 2 OM  $\sigma$
- Une liaison double = 2 OM  $\sigma$  + 2 OM  $\pi$
- Une liaison triple = 2 OM  $\sigma$  + 4 OM  $\pi$

# I-C) Orbitales atomiques et moléculaires





# Ce qu'il faut retenir...

- ❖  $E(\sigma) > E(\pi)$  MAIS
- ❖  $E(\text{double liaison}) > E(\text{liaison simple})$

# I-D) L'hybridation

- ❖ Orbitale hybride (OH) = combinaison *linéaire* d'OA d'un même atome
- ❖ Energie identique permettant des liaisons d'énergie similaire
- ❖ On calcule  $n+m-1$
- ❖ Trois types d'hybridation :
  - $n+m = 2 \rightarrow sp$
  - $n+m = 3 \rightarrow sp^2$
  - $n+m = 4 \rightarrow sp^3$

# I-E) Représentation

❖ Les différentes formules :

➤ Formule brute

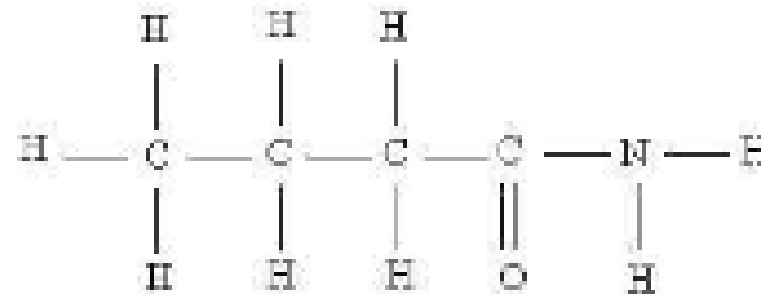
Ex :  $\text{CH}_4$  (méthane),  $\text{CO}_2$ ...

➤ Formule semi- développée

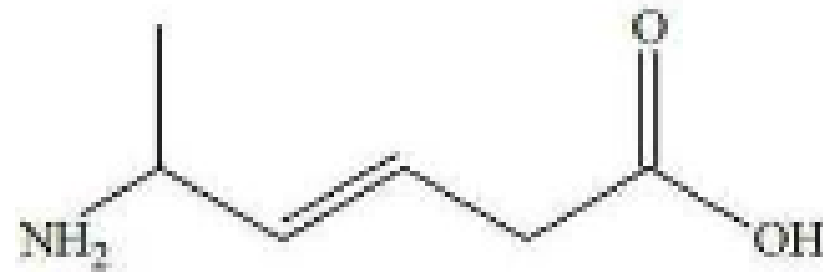


# I-E) Représentation

➤ Formule développée



➤ Formule topologique

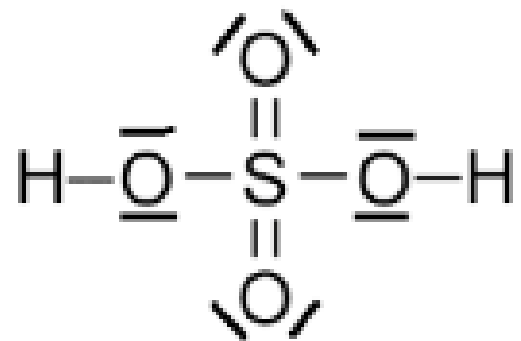


# I-E) Représentation

## ❖ Les différents modèles

### ➤ Modèle de Lewis

**Tout** est indiqué : les atomes, les ddl, les cases vacantes, les charges formelles, les liaisons...



# I-E) Représentation

➤ Modèle de Cram = représentation en 3D

Doubles liaisons, dnl et cases vacantes non indiquées

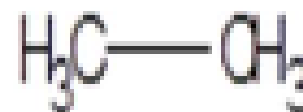
- Liaison en avant = triangle plein



- Liaison en arrière = pointillés



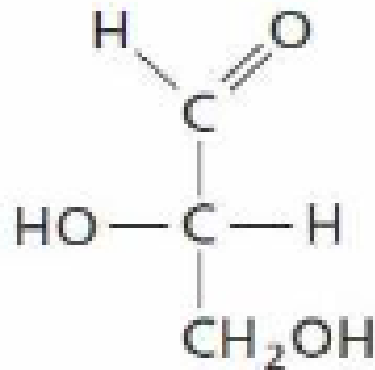
- Liaison dans le plan = trait plein



# I-E) Représentation

➤ Modèle de Fisher

- Utilisé en biochimie pour les sucres notamment



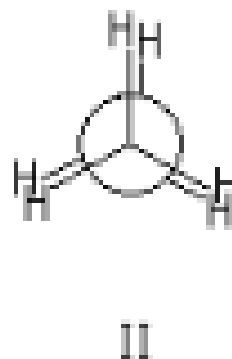
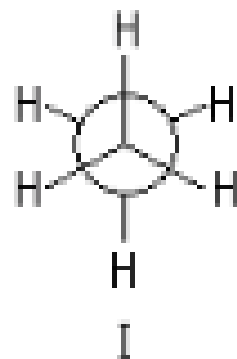
L-Glyceraldehyde



# I-E) Représentation

## ➤ Modèle de Newman

- Projection dans un axe perpendiculaire à l'axe d'une liaison
- Montre les libres rotations autour d'une liaison  $\sigma$
- Permet d'étudier la conformation des molécules



# II- Nomenclature

A) Règles à appliquer

B) Chaînes carbonées

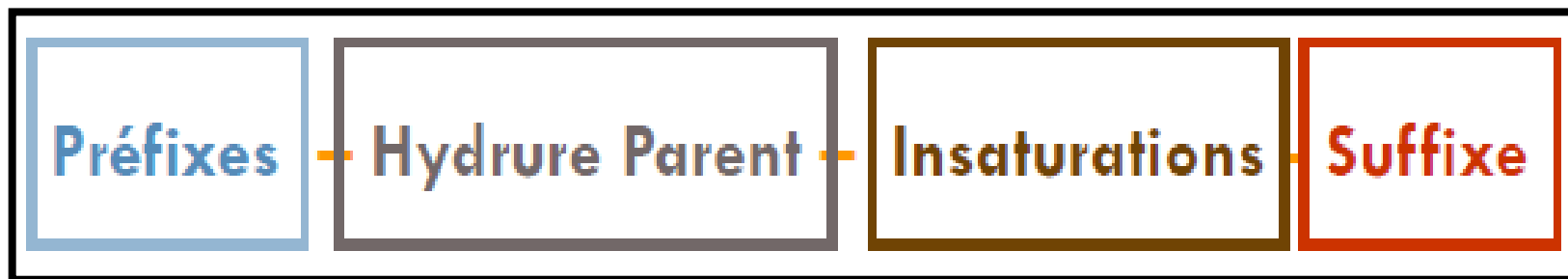
## II- A) Règles à appliquer

- ❖ Identifier les fonctions
- ❖ Trouver la fonction principale
- ❖ Fonction principale en suffixe
- ❖ Fonctions secondaires en préfixe par ordre alphabétique

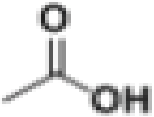





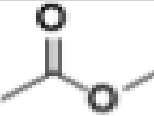
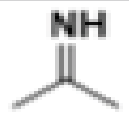

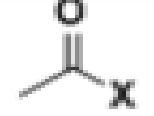








## II- A) Règles à appliquer

- ❖ Identifier la chaîne carbonée la plus longue, la plus substitué et la plus insaturée portant la fonction principale
- ❖ Numérotter la chaîne principale de sorte que la fonction principale ait le nombre le plus petit
- ❖ Placer les insaturations entre l'hydrure parent et le suffixe

## II- A) Règles à appliquer



# Tableau des fonctions par ordre de priorité













Acide Carboxylique (Acide <u>-oïque</u> )		Aldéhyde (-al, <u>formyl-</u> )		Alcool (-ol, <u>hydroxy-</u> )	
Acide Sulfonique		Cétone (-one, <u>oxo-</u> )		-Thiol <u>Sulfanyl-</u>	
Ester (-oate de -yle)		Imine (-imino)		-Amine <u>Amino-</u>	
Halogénure d'acyle		Acétal		Ether oxyde	
-Amide		<u>Hémiacétal</u>		Sulfure	
-Nitrile <u>cyano-</u>				Peroxyde	
				Epoxyde	

## II- A) Règles à appliquer

- Les fonctions halogéno (F, Cl, I, Br..) et nitro (NO<sub>2</sub>) sont toujours en préfixe.



## II-B) Chaînes carbonées

Méthane (Méthyl-)		Nonane (Nonyl-)	C9
Ethane (Ethyl-)		Décane (Décy-)	C10
Propane (Propyl-)		Cyclohexane (Cyclohexyl-)	
Butane (Butyl-)		Benzène (Phényl-)	
Pentane (Pentyl-)		Naphtalène (Naphtyl-)	
Hexane (Hexyl-)		Pyrrole	
Heptane (Heptyl-)	C7	Furane	
Octane (Octyl-)	C8	Pyridine	

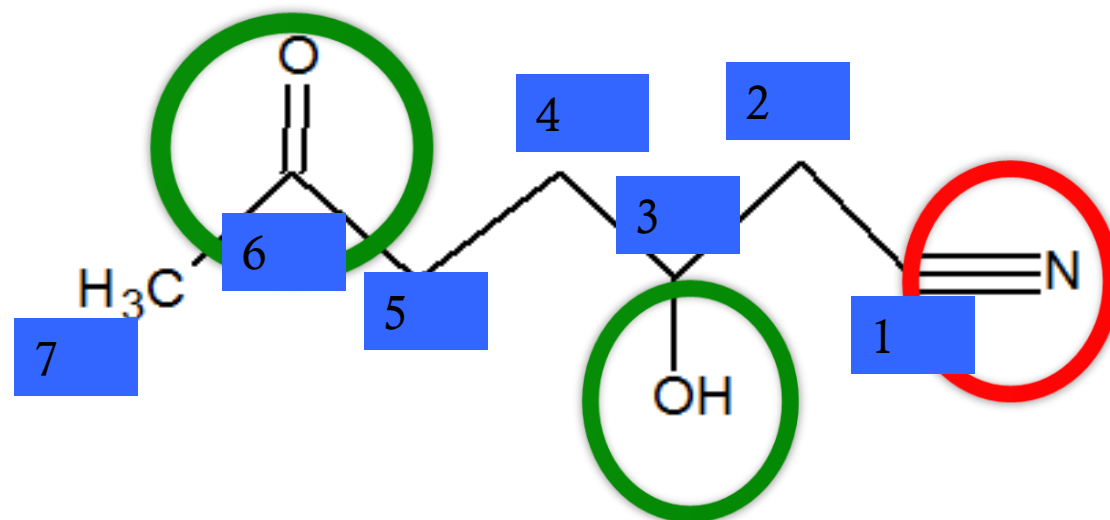
## II-B) Chaînes carbonées

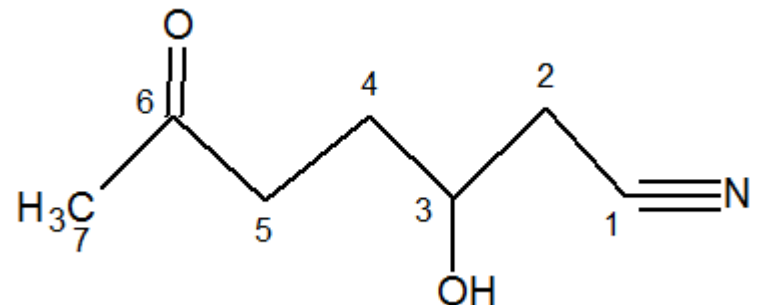
- ❖ Si on a une chaîne carbonée en substituant ( $\neq$  chaîne principale), elle se terminera par -yle

Ex= méthyl...

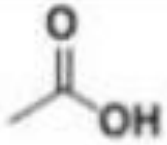
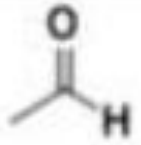
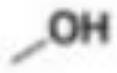
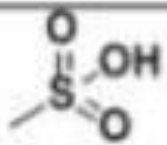

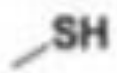
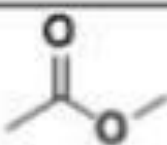
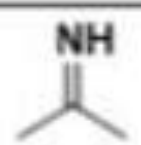
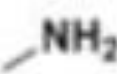
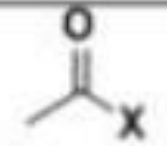
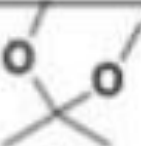
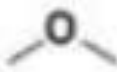
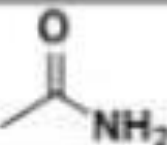
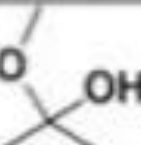
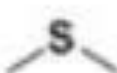


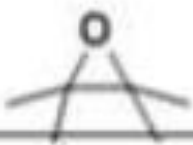
- ❖ Une insaturation sur la chaîne principale donnera :
  - alcène : -èn = double liaison
  - alcyne : -yn = triple liaison

# Exemple :





- ❖ Fonctions : une fonction alcool, une fonction cétone et une fonction nitrile
- ❖ Fonction principale : la fonction nitrile
- ❖ Chaîne carbonée : heptane = 7 carbones
- ❖ Pas d'insaturation
- ❖ Nom de la molécule : 3-hydroxy-6-oxoheptanenitrile

<b>Acide Carboxylique</b> (Acide <u>-oïque</u> )		<b>Aldéhyde</b> (-al, <u>formyl-</u> )		<div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <b>Alcool</b>          (-<u>ol</u>, <u>hydroxy-</u>)       </div>	
<b>Acide Sulfonique</b>		<b>Cétone</b> (-one, <u>oxo-</u> )		<div style="border: 2px solid green; padding: 5px;"> <b>-Thiol</b>  <b><u>Sulfanyl-</u></b> </div>	
<b>Ester</b> (-oate de <u>-yle</u> )		<b>Imine</b> (- <u>imino</u> )		<b>-Amine</b> <b><u>Amino-</u></b>	
<b>Halogénure d'acyle</b>		<b>Acétal</b>		<b>Ether oxyde</b>	
<b>-Amide</b>		<b><u>Hémiacétal</u></b>		<b>Sulfure</b>	
<b>-Nitrile</b> <u>cyano-</u>				<b>Peroxyde</b>	
				<b>Epoxyde</b>	

# III- Effets électroniques

A) Définitions

B) Effet inductif

C) Effet mésomère

D) Encombrement stérique

# III- A) Définitions

## ❖ Composé nucléophile

- Composé attiré par les charges +
- Charge formelle/partielle négative ou  $\delta^-$
- La nucléophilie augmente vers le **bas et la gauche du TPE**
- Diminue avec l'encombrement stérique
- Une espèce chargée – sera plus nucléophile que son homologue neutre
- **Nucléophilie  $\neq$  basicité**



# III- A) Définitions

## ❖ Electrophilie

- **Composé attiré par les espèces chargées –**
- Un composé électrophile comporte une charge formelle/partielle positive ou une case vacante

## ❖ Electronégativité (rappel)

- Capacité d'un atome à **attirer les électrons d'une liaison**
- Augmente vers le **haut et la droite du TPE**

## III-B) Effet inductif

- ➔ propagation à travers les liaisons  $\sigma$
- faible propagation (pas plus de 2/3 liaisons)
- favorisé par la présence de charges formelles

❖ Effet inductif **donneur**  $I^+$  :

➤ Augmente la densité électronique des atomes

➤  $-O^-$  ,  $-R$  ( $CH_3$ , etc...)

❖ Effet inductif **attracteur**  $I^-$  :

➤ Diminue la densité électronique des atomes

➤  $-O$ ,  $-N$ ,  $-F$ ,  $-S$ ,  $-Cl$  (halogènes ++)

# III-C) Effet mésomère

❖ Délocalisation d'électrons issus d'une liaison  $\pi$  ou d'un  $\text{dnl}$

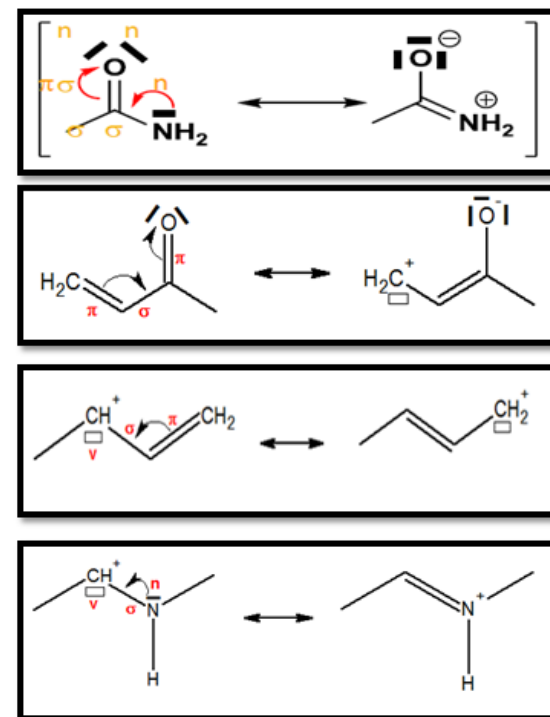
❖ Se produit quand on a une alternance :

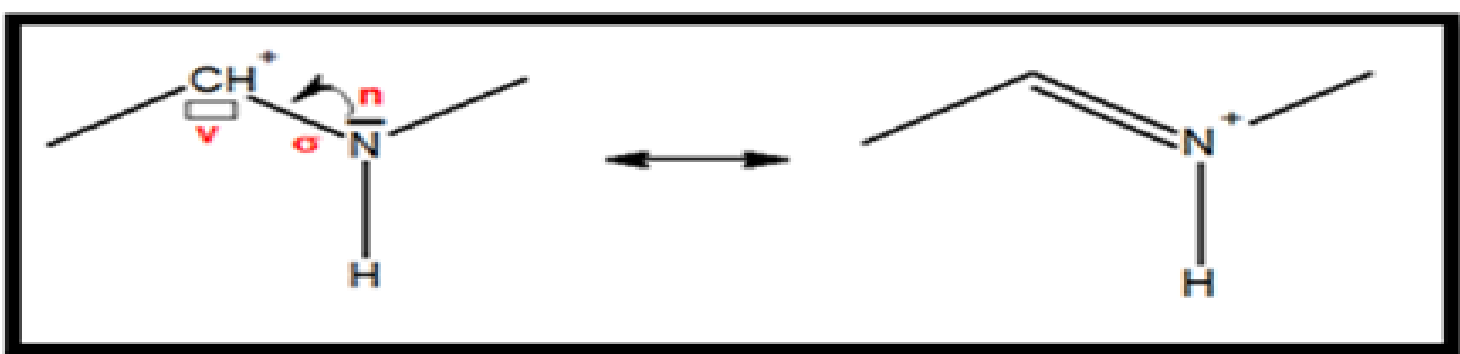
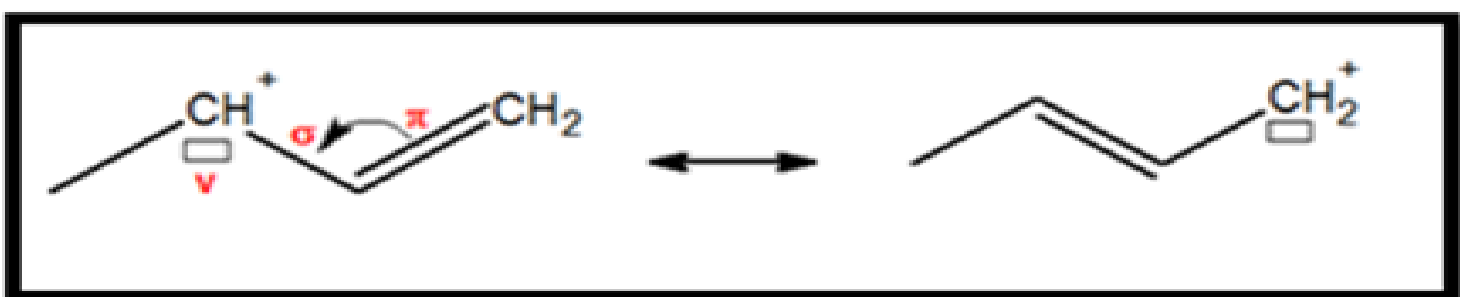
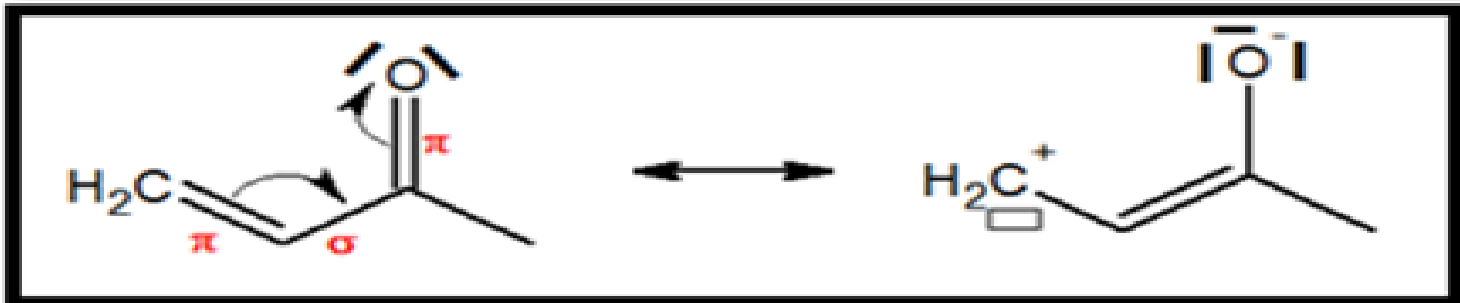
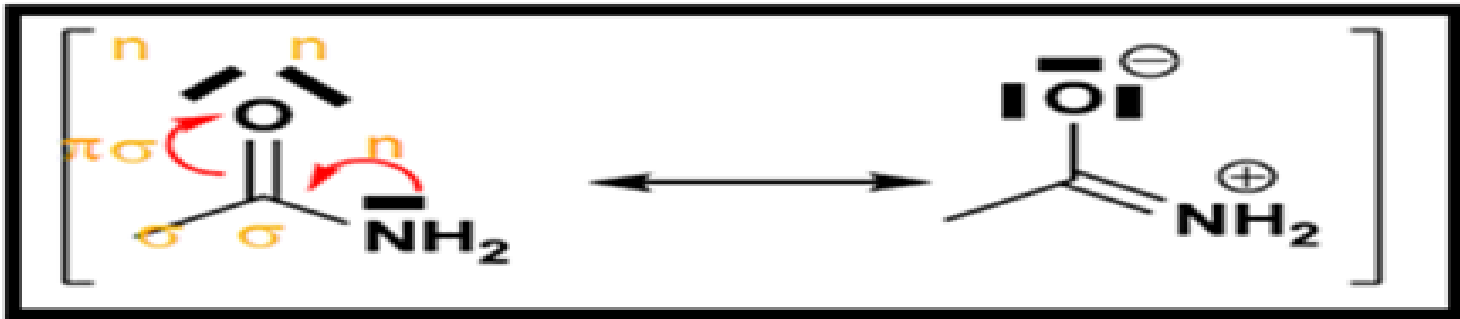
➤  $\pi\sigma\text{n}$

➤  $\pi\sigma\pi$

➤  $\text{v}\sigma\pi$

➤  $\text{n}\sigma\text{v}$





## III-C) Effet mésomère

❖ Effets mésomères donneurs  $M^+$  :

$-O^-$  ,  $-OH$ ,  $-NR_2$ ,  $-X$  (halogènes),  $-S^-$

❖ Effets mésomères attracteurs  $M^-$  :

$C=O$ ,  $-CHO$ ,  $-CO_2H$ ,  $-COO^-$  ,  $-CN$ ,  $-NO_2$

# III-C) Effet mésomère

- ❖ Propagation non atténuée
- ❖ Effets mésomères toujours supérieurs aux effets inductifs, SAUF pour les halogènes

# III-D) Encombrement stérique

- ❖ Encombrement spatial causé par les interactions entre les nuages électroniques des atomes
- ❖ Augmente avec les atomes volumineux
- ❖ Diminue la nucléophilie
- ❖ Augmente vers le bas et la droite du TPE



# IV- QCM

**QCM : A propos des généralités, donnez la/les vraie(s) :**

- A) Les effets inductifs peuvent se propager à travers les liaisons covalentes, mais leur intensité diminue très rapidement
- B) L'effet mésomère est dû à une délocalisation d'atomes
- C) En général, les effets inductifs sont plus intenses que les effets mésomères
- D) L'électrophilie augmente vers le haut et la droite du TPE
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

# IV- QCM

- QCM : A
- A) Vrai
- B) Faux : délocalisation d'électrons
- C) Faux : c'est le contraire. Attention, ce n'est pas le cas pour les halogènes
- D) Faux : C'est l'électronégativité +++
- E) Faux



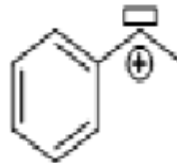
1



2



3



4



5



6

**QCM** : A propos des molécules ci-dessus, classez-les par ordre décroissant de stabilité (elles sont numérotées dans l'ordre de 1 à 6) :

A) 532146

B) 642315

C) 641235

D) 465123

E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

# IV- QCM

- QCM : C
- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : On a un effet mésomère donneur pour la molécule 6 avec respect de la règle de l'octet par l'oxygène, ce qui est très stabilisant. Le benzène de la molécule 4 et l'insaturation de la molécule 1 entraîne également des effets mésomères donneurs stabilisants. Les molécules 2 et 3 sont stabilisées par les effets inductifs donneurs des méthyls. Enfin, la molécule 5 est déstabilisée par l'effet inductif attracteur de l'halogène.
- D) Faux
- E) Faux

# IV- QCM

**QCM : A propos de la nucléophilie, donnez la/les vraie(s) :**

- A) La nucléophilie augmente vers le haut et la droite du tableau périodique
- B) La nucléophilie diminue avec la mésomérie
- C) La nucléophilie augmente avec l'encombrement stérique
- D) Un élément chargé négativement sera plus nucléophile que son homologue neutre
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

# IV- QCM

- QCM : BD
- A) Faux : ça c'est l'électronégativité. La nucléophilie augmente vers le bas et la gauche du TPE
- B) Vrai
- C) Faux : elle diminue avec l'encombrement stérique
- D) Vrai
- E) Faux

# FIN

