



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^{ème} 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

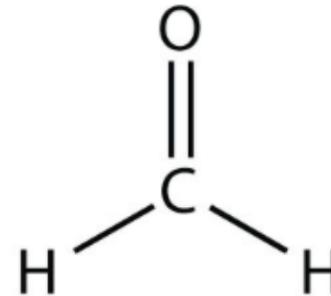
➤ E : nombre de doublets non liants

❖ Figure de répulsion définie par m+n

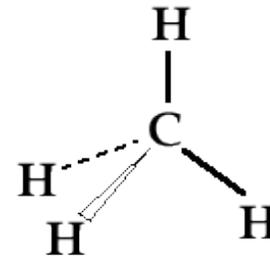
- $n + m = 2$: forme linéaire



- $n + m = 3$: forme trigonale plan



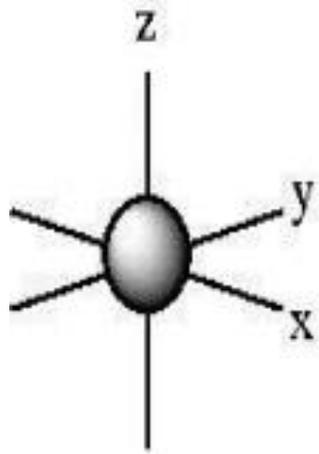
- $n + m = 4$: forme tétraédrique



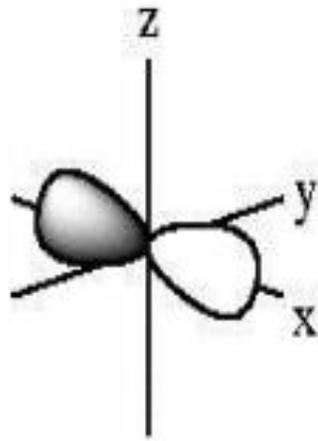
I-C) Orbitales atomiques et moléculaires

- ❖ 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 π

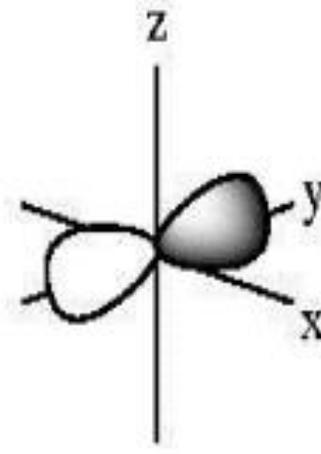
I-C) Orbitales atomiques et moléculaires



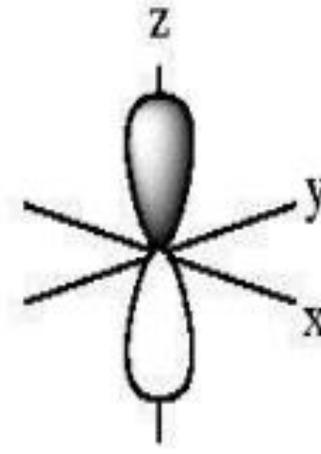
Orbitale s



Orbitale p_x



Orbitale p_y



Orbitale p_z

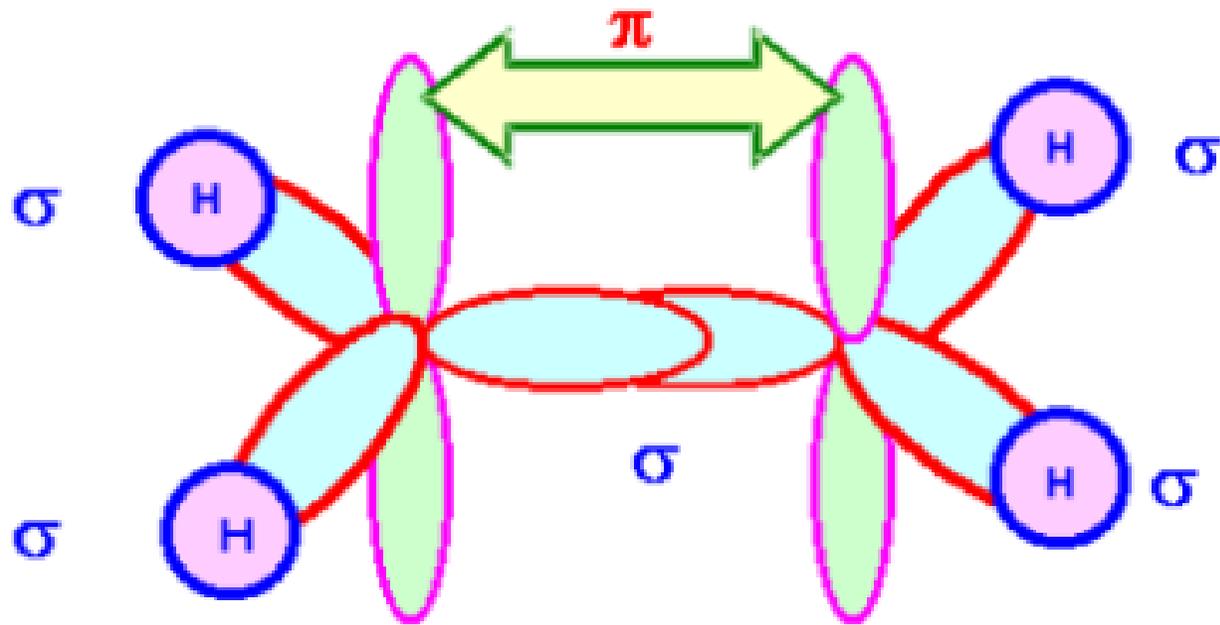
I-C) Orbitales atomiques et moléculaires

- ❖ Orbitales moléculaires (OM) = combinaisons linéaires d'OA
- Forment les liaisons chimiques entre atomes
- Deux types : OM σ et OM π
- Recouvrement axial (2OAs/2OAp/1OAs et 1OAp)
➔ 2 OM σ
- Recouvrement latéral (2OAp) ➔ 2 OM π

I-C) Orbitales atomiques et moléculaires

- Une OM liante et une OM anti-liante
- Une liaison simple = 2 OM σ
- Une liaison double = 2 OM σ + 2OM π
- Une liaison triple = 2 OM σ + 4OM π

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

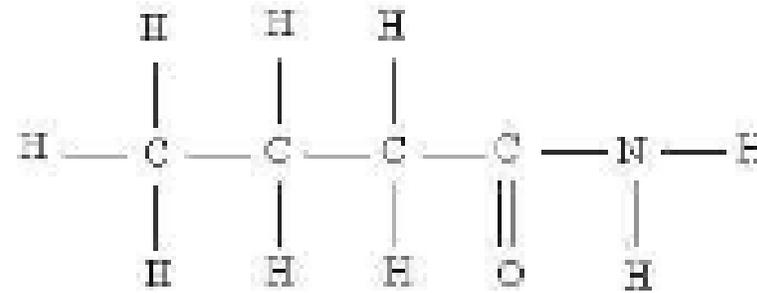
Ex : CH₄ (méthane), CO₂...

➤ Formule semi- développée



I-E) Représentation

➤ Formule développée



➤ Formule topologique

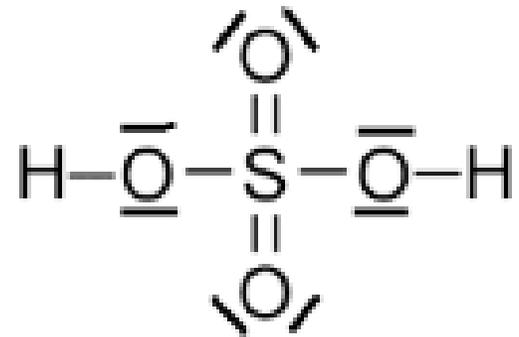


I-E) Représentation

❖ 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



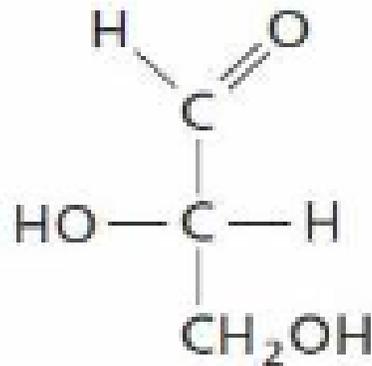
• Liaison dans le plan = trait plein



I-E) Représentation

➤ Modèle de Fisher

- Utilisé en biochimie pour les sucres notamment

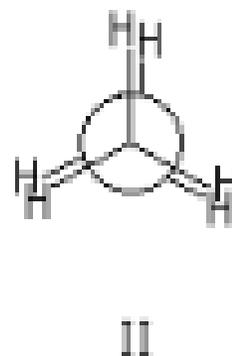
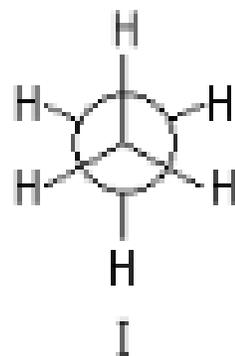


L-Glyceraldehyde

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 σ
- 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 substituée 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

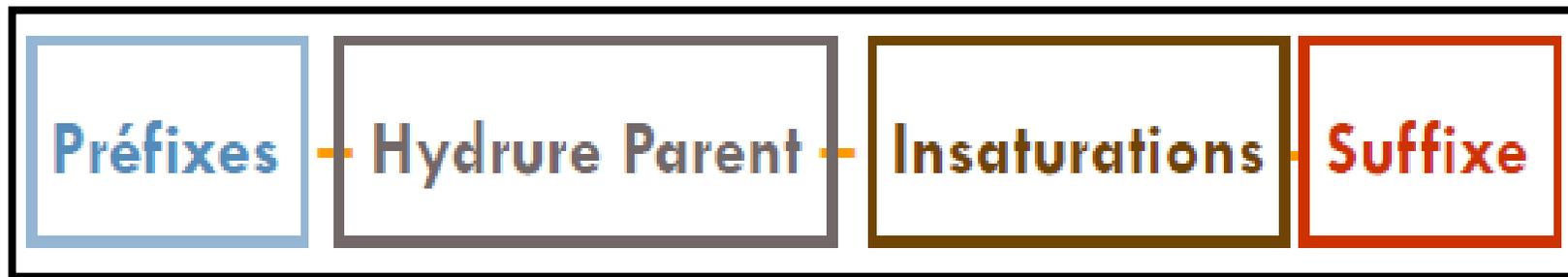
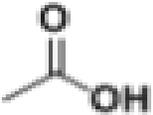
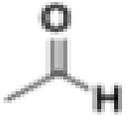
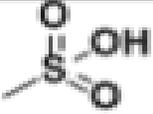
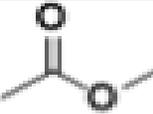
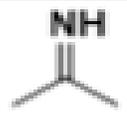
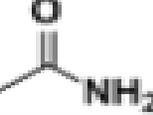


Tableau des fonctions par ordre de priorité

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

II- A) Règles à appliquer

- Les fonctions halogéno (F, Cl, I, Br..) et nitro (NO₂) sont toujours en préfixe.

II-B) Chaînes carbonées

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

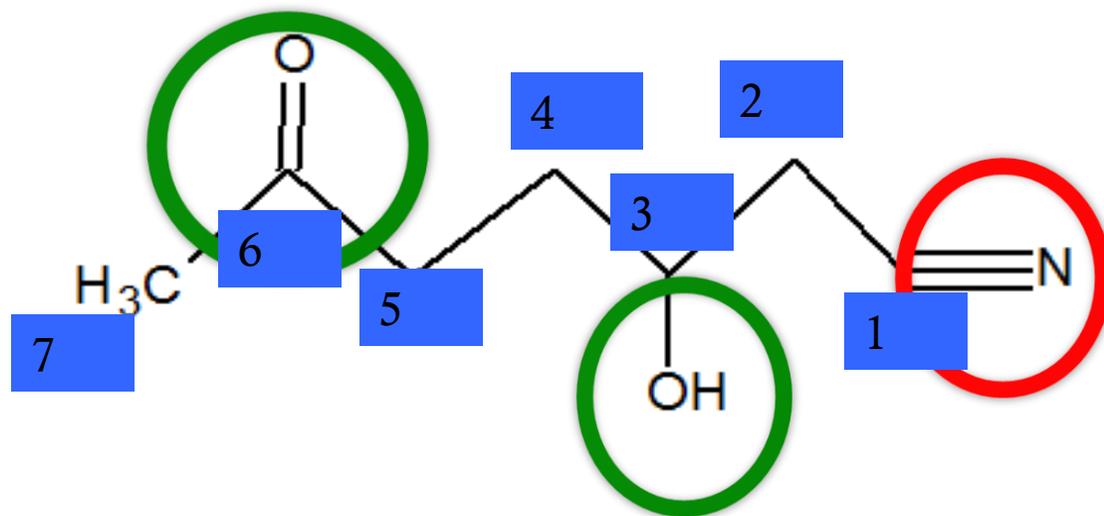
II-B) Chaînes carbonées

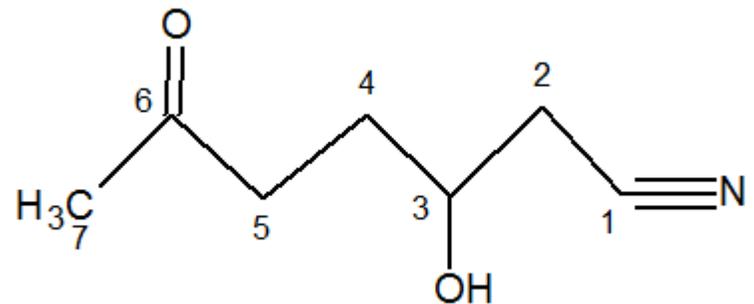
- ❖ Si on a une chaîne carbonée en substituant (≠/≠ chaîne principale), elle se terminera par -yle

Ex= méthyl...

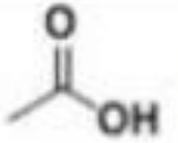
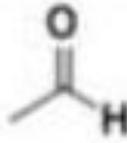
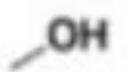
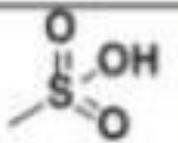
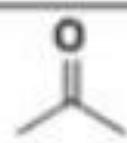
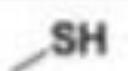
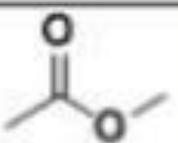
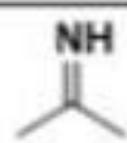
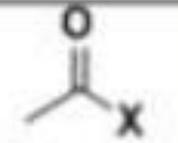
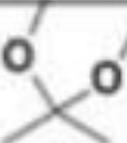
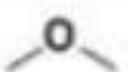
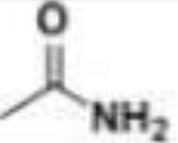
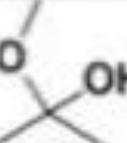
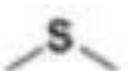
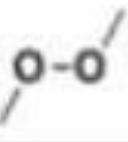
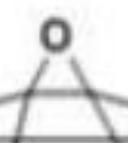
- ❖ Une insaturation sur la chaîne principale donnera :
 - alcène : -èn = double liaison
 - alcyne : -yn = triple liaison

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

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 <u>-yle</u>)		Imine (-imino)		-Amine <u>Amino-</u>	
Halogénure d'acyle		Acétal		Ether oxyde	
-Amide		<u>Hémiacétal</u>		Sulfure	
-Nitrile <u>cyano-</u>				Peroxyde	
				Epoxyde	

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 δ^-
- 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 σ
- 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 π ou d'un dnI

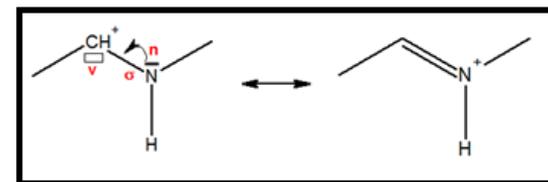
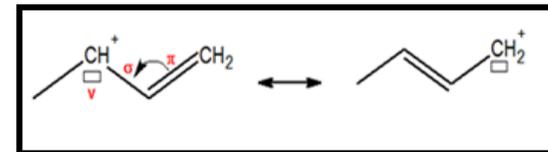
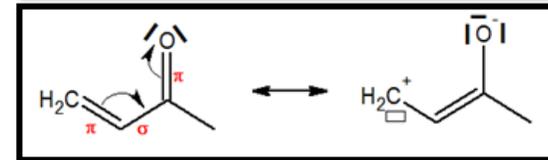
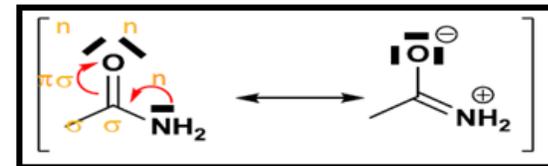
❖ Se produit quand on a une alternance :

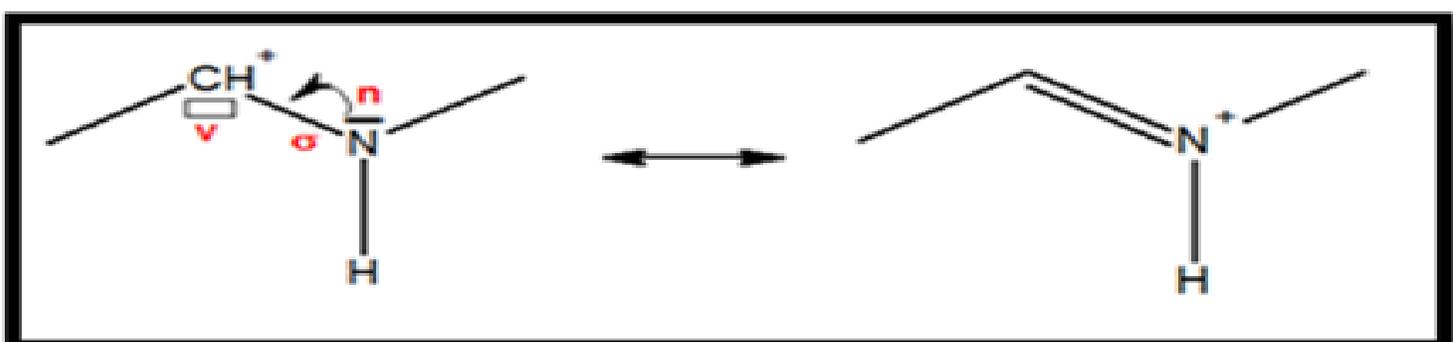
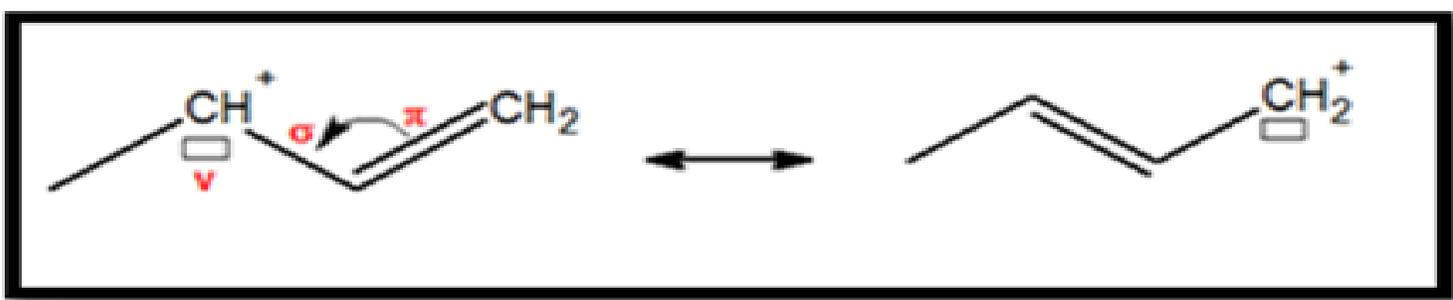
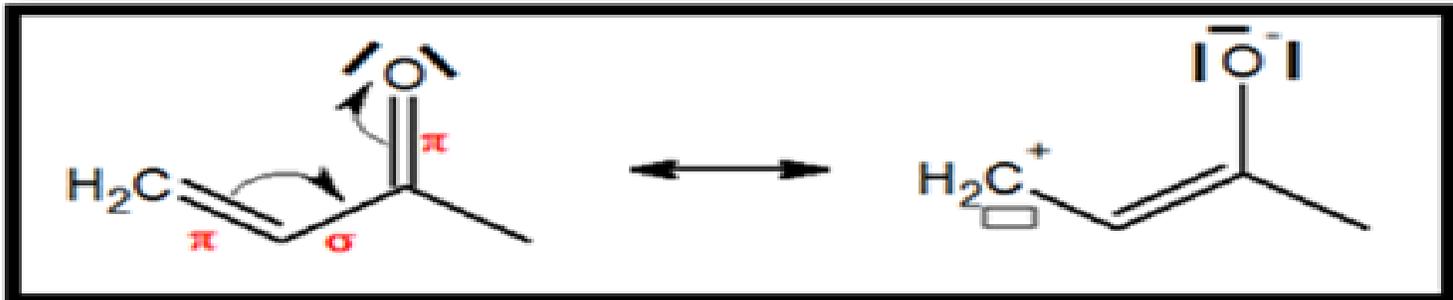
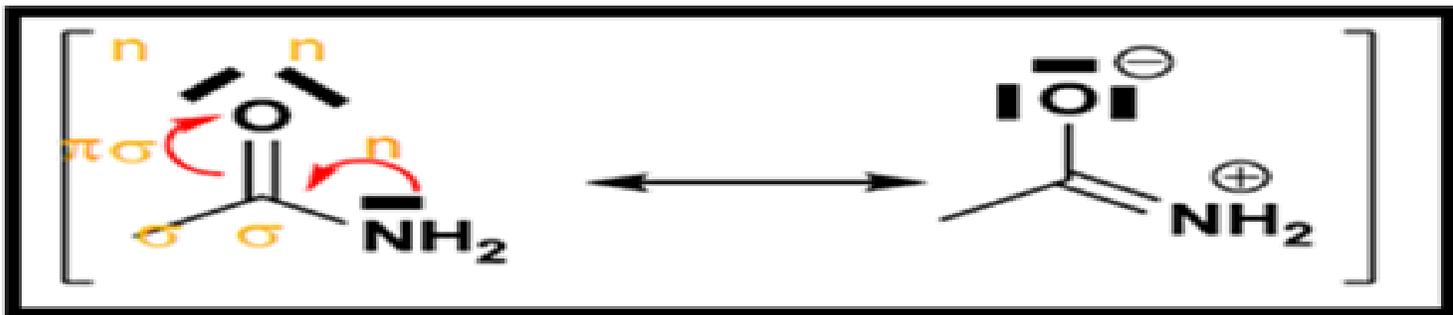
➤ $\pi\sigma n$

➤ $\pi\sigma\pi$

➤ $\nu\sigma\pi$

➤ $n\sigma\nu$





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



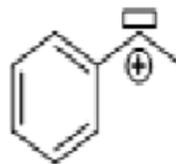
1



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

