



**UE1.1**  
**CHIMIE**

**Fiche de cours : CHIMIE ORGANIQUE**

## LISTE DES SYMBOLES DES FICHES DE COURS



- Notion tombée au **concours PASS** :
  - Une étoile ★ → 1 seule fois
  - Deux étoiles ★★ → 2 fois
  - Trois étoiles ★★★ → 3 fois ou plus



- Notion tombée au **concours PACES** :
  - Une étoile ★ → 1 seule fois
  - Deux étoiles ★★ → 2 fois
  - Trois étoiles ★★★ → 3 fois ou plus

**NEW**

- **Nouveauté** au programme cette année



- Partie de cours renvoyant à un **outil de méthodologie**

## PLAN DU COURS

### Chimie Organique

#### Théorie des liaisons de valence

Concept d'hybridation des OA

#### Grouperments, Fonctions et classification des fonctions

Grouperments non-fonctionnels

Fonctions et Classification des fonctions

#### Nomenclature

Règles essentielles de nomenclature (IUPAC)

Hydrocarbures aliphatiques saturés : Alcanes

Hydrocarbures aliphatiques insaturés : Alcènes

Hydrocarbures aliphatiques insaturés : Alcynes

Hétérocycles

Hydrocarbures aromatiques

Suffixes et préfixes des principaux grouperments

Suffixes et préfixes des principales fonctions

Fonctions alcool et amine

Exemples de noms communs

#### Structuration dans l'espace des molécules du vivant

#### Isomérisé

Définition de l'isomérisé, d'isomères

Isomérisé de structure ou de constitution

Isomérisé de fonction

Isomérisé de position

Isomérisé de squelette

Tautomérisé

Isomérisé dans l'espace

Angle de valence et angle de torsion = angle dièdre

Isomérisé conformationnelle

Conformations remarquables de l'éthane

Conformations remarquables du butane

Conformations remarquables du cyclohexane

Isomérisé configurationnelle = Stéréoisomérisé

Enantiomérisé

Isomères optiques = énantiomères

Carbone asymétrique

Configuration absolue d'un carbone asymétrique

Cas particulier : composé de configuration *méso*

Enantiomérisé sans carbone asymétrique

Diènes à 2 doubles liaisons consécutives

Chiralité liée à l'atome d'azote

Diastéréoisomérisé  $\sigma$

Cas particulier des anomères

Diastéréoisomérisé cis/trans

Diastéréoisomérisé cis/trans pour des cyclohexanes accolés

Diastéréoisomérisé  $\alpha/\beta$  pour les stéroïdes

Diastéréoisomérisé  $\pi$

Diastéréoisomérisé Z/E

#### Rigidité dans l'espace liée à la mésomérisé

Résonance = Mésomérisé = Conjugaison

#### Aromaticité

## THÉORIE DES LIAISONS DE VALENCE HYBRIDATION DES ORBITALES ATOMIQUES (OA) DU CARBONE

$sp^3$ ★★	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hybridation de 1 OA s + 3 OA p → 4 OA hybrides <math>sp^3</math></li> <li><b>C tétraédrique</b></li> <li>angles de valence = <b><math>109^{\circ}28'</math></b></li> <li>C entouré de 4 liaisons <math>\sigma</math></li> <li>Dans les <b>alcanes</b> (hydrocarbures <b>saturés</b>)</li> </ul>	
$sp^2$ ★	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hybridation de 1 OA s + 2 OA p → 3 OA hybrides <math>sp^2</math></li> <li><b>C trigonal plan</b> ★★☆☆             <ul style="list-style-type: none"> <li>un C <math>sp^2</math> est toujours dans le même plan que les 3 atomes auxquels il est lié ★</li> </ul> </li> <li>angles de valence = <b><math>120^{\circ}</math></b></li> <li>C entouré de 3 liaisons <math>\sigma</math> + 1 liaison <math>\pi</math> ★★</li> <li>Dans les <b>alcènes</b> (hydrocarbures <b>insaturés</b>)</li> </ul>	
$sp$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hybridation de 1 OA s + 1 OA p → 2 OA hybrides <math>sp</math></li> <li><b>C linéaire</b></li> <li>angles de valence = <b><math>180^{\circ}</math></b></li> <li>C entouré de 2 liaisons <math>\sigma</math> + 2 liaisons <math>\pi</math></li> <li>Dans les <b>alcynes</b> (hydrocarbures <b>insaturés</b>)</li> </ul>	





THÉORIE DES LIAISONS DE VALENCE LIAISONS		
$\sigma$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recouvrement <b>Axial</b> d'OA</li> <li><b>Autorise la libre rotation</b></li> </ul>	
$\pi$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recouvrement <b>Latéral</b> d'OA p pures</li> <li><b>N'autorise pas de libre rotation</b></li> </ul>	
C - C	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 liaison <math>\sigma</math></li> <li>0,154 nm</li> </ul>	<div style="text-align: center;">             longueur de liaison ↘         </div>
C = C	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 liaison <math>\sigma</math> + 1 liaison <math>\pi</math></li> <li>0,134 nm</li> </ul>	
C $\equiv$ C	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 liaison <math>\sigma</math> + 2 liaisons <math>\pi</math></li> <li>0,121 nm</li> </ul>	

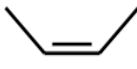
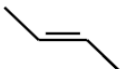
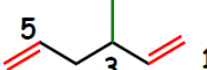
GROUPEMENTS, FONCTIONS ET CLASSIFICATION DES FONCTIONS <b>GROUPEMENTS NON-FONCTIONNELS</b>	
<b>Groupelement Nitré</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Notation : <math>-\text{NO}_2</math></li> <li>Nomenclature : <b>préfixe</b> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li><b>nitro</b></li> </ul> </li> </ul>
<b>Groupelements Halogénés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Notation : <math>-\text{X}</math></li> <li>Nomenclature : <b>préfixes</b> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li><b>fluoro</b> : <math>-\text{F}</math></li> <li><b>chloro</b> : <math>-\text{Cl}</math> ★</li> <li><b>bromo</b> : <math>-\text{Br}</math></li> <li><b>iodo</b> : <math>-\text{I}</math></li> </ul> </li> </ul>
<b>Groupelements Alkyles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Notation : <math>-\text{R}</math></li> <li>Nomenclature : <b>préfixes</b> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li><b>méthyl(e)</b> : <math>-\text{CH}_3</math> ★★⊙</li> <li><b>éthyl(e)</b> : <math>-\text{CH}_2-\text{CH}_3</math> : <math>-\text{C}_2\text{H}_5</math></li> <li><b>propyl(e)</b> : <math>-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3</math> : <math>-\text{C}_3\text{H}_7</math></li> <li><b>butyl(e)</b> : <math>-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3</math> : <math>-\text{C}_4\text{H}_9</math> ....</li> </ul> </li> <li>Groupelements alkyles particuliers :                             <ul style="list-style-type: none"> <li><b>isopropyl(e)</b> : ★                                     <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}</math> </div> <div style="margin-left: 10px;"> <math>—</math> </div> </div> </li> <li><b>isobutyl(e)</b> :                                     <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}</math> </div> <div style="margin-left: 10px;"> <math>—\text{CH}_2—</math> </div> </div> </li> <li><b>sec-butyl(e)</b> :                                     <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}—\text{CH}—\text{CH}_2—\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}</math> </div> </div> </li> <li><b>tert-butyl(e)</b> :                                     <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}—\text{C}— \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}</math> </div> </div> </li> </ul> </li> </ul>
<b>Ordre de priorité décroissante en nomenclature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>-\text{NO}_2 &gt; -\text{X} &gt; -\text{R}</math></li> </ul>

**GROUPEMENTS, FONCTIONS ET CLASSIFICATION DES FONCTIONS**  
**CLASSIFICATION DES FONCTIONS**

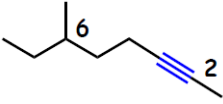
FONCTIONS MONOVALENTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elles occupent <b>une seule liaison du carbone fonctionnel</b></li> <li>Le carbone est lié à un hétéroatome par une seule liaison</li> </ul>				
	ALCOOL ★★★	THIOL ★	ETHER	THIOETHER ★	AMINE ★★★
	$R-OH$	$R-SH$	$R-O-R'$	$R-S-R'$	$  \begin{array}{c}  R-N \begin{array}{l} \nearrow R_1 \\ \searrow R_2 \end{array} \\  \text{Amine I}^\circ, \text{II}^\circ, \text{III}^\circ  \end{array}  $
FONCTIONS BIVALENTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elles occupent <b>2 liaisons du carbone fonctionnel</b></li> <li>Le carbone est lié à un ou deux hétéroatomes par 2 liaisons</li> </ul>				
	ALDÉHYDE ★★	CÉTONE ★★★★	IMINE	HEMIACÉTAL	ACÉTAL
	$  \begin{array}{c}  O \\  \parallel \\  R-C \\  \backslash \\  H  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  O \\  \parallel \\  R-C \\  \backslash \\  R'  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  NR_1 \\  \parallel \\  R-C \\  \backslash \\  H  \end{array}  \quad  \begin{array}{c}  NR_1 \\  \parallel \\  R-C \\  \backslash \\  R'  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  OH \\  \parallel \\  R-C \\  \backslash \\  R' \quad OR_1  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  OR_1 \\  \parallel \\  R-C \\  \backslash \\  R' \quad OR_1  \end{array}  $
FONCTIONS TRIVALENTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elles occupent <b>3 liaisons du carbone fonctionnel</b></li> <li>Le carbone est lié à un ou plusieurs hétéroatomes par 3 liaisons</li> </ul>				
	ACIDE CARBOXYLIQUE ★★★★	ESTER ★★	THIOESTER	AMIDE ★★★	NITRILE ★
	$  \begin{array}{c}  O \\  \parallel \\  R-C \\  \backslash \\  OH  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  O \\  \parallel \\  R-C \\  \backslash \\  O-R'  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  O \\  \parallel \\  R-C \\  \backslash \\  S-R'  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  O \\  \parallel \\  R-C \\  \backslash \\  N-R_1 \\  R_2  \end{array}  $ <p align="center">Amide I°, II°, III°</p>	$R-C \equiv N$

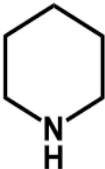
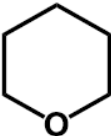
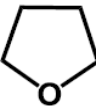
NOMENCLATURE				
RÈGLES ESSENTIELLES DE NOMENCLATURE (IUPAC)				
<b>Les étapes pour définir la nomenclature</b> ★★★	<ul style="list-style-type: none"> <li>Repérer la <b>fonction principale</b> ⇒ elle sera indiquée en <b>suffixe</b></li> <li>Repérer la <b>chaîne carbonée principale</b> = chaîne la <b>plus longue</b> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>1C=Met ; 2C=Eth ; 3C=Prop ; 4C=But ; 5C=Pent ; 6C=Hex ; 7C=Hept ; 8C=Oct ; 9C=Non ; 10C=Dec</li> <li>si c'est un cycle : ajouter le préfixe cyclo devant le nombre de C</li> </ul> </li> <li>Repérer une éventuelle <b>insaturation</b> ⇒ elle sera indiquée par le <b>suffixe</b> -ène (C=C) ou -yne (C≡C).               <ul style="list-style-type: none"> <li>si pas d'insaturation ⇒ suffixe -ane.</li> </ul> </li> <li>Repérer les <b>fonctions secondaires</b> et les <b>groupements</b> ⇒ ils seront indiqués en <b>préfixe</b> dans <b>l'ordre alphabétique</b>.</li> <li>Choisir le sens de numérotation avec <b>l'indice le plus bas</b> pour la fonction principale puis l'insaturation puis les substituants               <ul style="list-style-type: none"> <li>La fonction principale est prioritaire sur l'insaturation</li> <li>L'insaturation est prioritaire sur les substituants</li> </ul> </li> </ul>			
	<b>Préfixe :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonction(s) secondaire(s)</li> <li>Groupe(s) ★★               <ul style="list-style-type: none"> <li>Ordre alphabétique</li> </ul> </li> </ul>	<b>Base :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chaîne carbonée la + longue (nom de l'hydrocarbure)</li> </ul>	<b>Insaturation :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-ène ou -yne               <ul style="list-style-type: none"> <li>sinon : -ane</li> </ul> </li> </ul>	<b>Suffixe :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonction principale ou prioritaire</li> </ul>


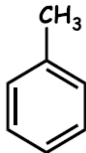
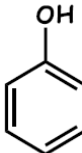
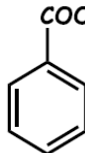
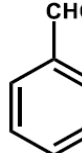
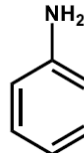
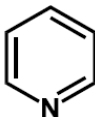
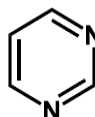
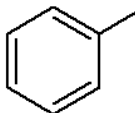
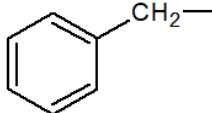
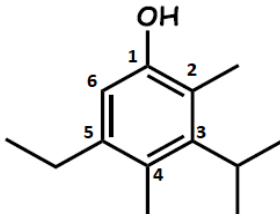
NOMENCLATURE HYDROCARBURES ALIPHATIQUES SATURÉS : ALCANES				
Définition	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formule générale : R-H</li> <li>Formule brute des <b>alcane linéaires</b> : <math>C_nH_{2n+2}</math></li> <li>Formule brute des <b>alcane cycliques</b> : <math>C_nH_{2n}</math></li> </ul>			
Nomenclature	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terminaison : - <b>ane</b></li> <li>Préfixe <b>cyclo</b> pour les <b>alcane cycliques</b> ★</li> </ul>			
Alcane linéaires	Formule brute	Formule semi-développée		Nomenclature
	<ul style="list-style-type: none"> <li>CH<sub>4</sub></li> <li>C<sub>2</sub>H<sub>6</sub></li> <li>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub></li> <li>C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CH<sub>4</sub></li> <li>CH<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub></li> <li>CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub></li> <li>CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> ....</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Méthane</li> <li>Ethane</li> <li>Propane</li> <li>Butane ....</li> </ul>
Alcane cycliques	Cyclopropane	Cyclobutane	Cyclopentane	Cyclohexane
				


NOMENCLATURE HYDROCARBURES ALIPHATIQUES INSATURÉS : ALCÈNES				
Définition	Formule brute : $C_nH_{2n}$			
Nomenclature	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terminaison : - <b>ène</b></li> <li>Préfixe <b>cyclo</b> pour les <b>alcène cycliques</b></li> </ul>			
Exemples d'alcènes	Ethène = <b>Ethylène</b>	Propène		Isobutène = méthylpropène
	H <sub>2</sub> C=CH <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> C=CH-CH <sub>3</sub>		$\begin{array}{c} H_3C-C=CH_2 \\   \\ CH_3 \end{array}$
	But-1-ène = butène	But-2-ène		3-méthylhexa-1,5-diène
	H <sub>2</sub> C=CH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	 (Z)-but-2-ène	 (E)-but-2-ène	
Radicaux	<b>Vinyl(e)</b> = Ethényl(e)	<b>Allyl(e)</b> = Prop-2-ényl(e)		Prop-1-ényl(e)
	H <sub>2</sub> C=CH-	H <sub>2</sub> C=CH-CH <sub>2</sub> -		-HC=CH-CH <sub>3</sub>




NOMENCLATURE HYDROCARBURES ALIPHATIQUES INSATURÉS : ALCYNES					
Définition	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formule brute : <math>C_nH_{2n-2}</math></li> </ul>				
Nomenclature	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terminaison : - yne</li> </ul>				
Exemples d'alcynes	Ethyne = <b>Acétylène</b>	Propyne	But-1-yne = butyne	But-2-yne	6-méthyl oct-2-yne
	$HC\equiv CH$	$HC\equiv C-CH_3$	$HC\equiv C-CH_2-CH_3$	$H_3C-C\equiv C-CH_3$	
Radicaux	Ethynyl(e)		Prop-1-ynyle		Prop-2-ynyle = Propargyl(e)
	$HC\equiv C-$		$H_3C-C\equiv C-$		$HC\equiv C-CH_2-$

NOMENCLATURE HÉTÉROCYCLES			
Définition	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cycles présentant des atomes autres que C ★ <ul style="list-style-type: none"> <li>hétérocycles azotés (N)</li> <li>hétérocycles oxygénés (O)</li> </ul> </li> </ul>		
Hétérocycles à connaître	Pipéridine	Tétrahydropyrane	Tétrahydrofurane (THF)
			

NOMENCLATURE HYDROCARBURES AROMATIQUES						
Aromatiques à connaître	Benzène	Toluène	Phénol	Acide benzoïque	Benzaldéhyde	Aniline
						
Hétérocycles aromatiques à connaître	Pyridine			Pyrimidine		
						
Radicaux aromatiques à connaître	Phényl(e)			Benzyl(e)		
						
Cas particulier de nomenclature	<ul style="list-style-type: none"><li>Le cycle aromatique peut servir de base à la construction du nom du composé</li><li>Exemple : 5-éthyl-3-isopropyl-2,4-diméthylphénol :</li></ul> 					

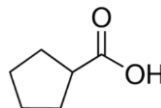
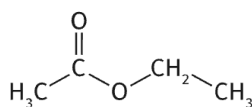
NOMENCLATURE SUFFIXES ET PRÉFIXES DES PRINCIPAUX GROUPEMENTS			
Dérivés	nitrés	halogénés	alkylés
Formule	-NO <sub>2</sub>	-I ; -Br ; -Cl ; -F	-R
Préfixe	Nitro-	iodo- ; bromo- ; chloro- ; fluoro-	Alkyl-
Ordre de priorité décroissant			
Nomenclature	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les groupements sont <b>toujours indiqués en préfixe</b></li> </ul>		

## NOMENCLATURE SUFFIXES ET PRÉFIXES DES PRINCIPALES FONCTIONS

Fonctions		Formule	Préfixe	Suffixe	Ordre de priorité décroissant
TRIVA- LENTES	Acide	-COOH	Carboxy-	Acide...oïque	
	Ester	-COOR	Alkoxycarbonyl-	...oate d'alkyle (R)	
	Amide	-C(=O)NH <sub>2</sub>	Carbamoyl-	...amide	
	Nitrile	-C≡N	Cyano-	...nitrile	
BIVA- LENTES	Aldéhyde	-CHO	Oxo-	...al ★	
	Cétone	-C=O	Oxo-	...one ★	
MONOVA- LENTES	Alcool	-OH	Hydroxy-	...ol ★☉	
	Thiol	-SH	Mercapto-	...thiol	
	Amine	-NH <sub>2</sub>	Amino-	...amine	
À part	Imine	=NH	Imino-	...imine	
Nomenclature		<ul style="list-style-type: none"><li>La fonction principale est <b>toujours indiquée en suffixe</b></li><li>Les fonctions secondaires sont <b>toujours indiquées en préfixe</b></li></ul>			

## PRINCIPALES FONCTIONS FONCTIONS ALCOOL ET AMINE

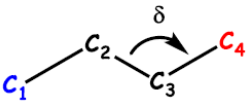
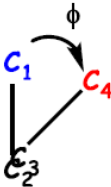
Fonction	Primaire	Secondaire	Tertiaire
Alcool ★	$R-CH_2OH$ ★★★	$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ R'-CHOH \end{array}$ ★★	$\begin{array}{c} R \\   \\ R'-C-OH \\   \\ R'' \end{array}$ ★
Amine	$R-NH_2$	$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ R'-NH \end{array}$	$\begin{array}{c} R \\   \\ R'-N \\   \\ R'' \end{array}$

NOMENCLATURE EXEMPLES DE NOMS COMMUNS				
Dérivés halogénés	Chlorométhane = chlorure de méthyle	Dichlorométhane	Chloroforme	
	CH <sub>3</sub> -Cl	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	CHCl <sub>3</sub>	
Amines	Méthanamine = Méthylamine	N,N-éthylméthylamine		
	CH <sub>3</sub> -NH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub> -NH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>		
Aldéhydes et Cétones	Méthanal = Formol = Formaldéhyde	Ethanal = Acétaldéhyde	Propanone = Acétone	
	H-CHO	CH <sub>3</sub> -CHO	CH <sub>3</sub> -CO-CH <sub>3</sub>	
Acides Carboxyliques	Acide méthanoïque = Acide Formique	Acide éthanoïque = <b>Acide Acétique</b>	Acide cyclopentane carboxylique	
	H-COOH	CH <sub>3</sub> -COOH		
Esters, Amides, Nitriles	Ethanoate d'éthyle= Acétate d'éthyle	Méthanamide = Formamide	Ethanamide = Acétamide	Ethanenitrile = Acétonitrile
		H-CO-NH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub> -CO-NH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub> -CN
Ethers	Ethoxyéthane = Diéthyléther = Ether officinal	Méthoxypropane = Méthylpropyléther	<ul style="list-style-type: none"><li>Méthoxy : -OCH<sub>3</sub></li><li>Ethoxy : -OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub></li></ul>	
	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>		

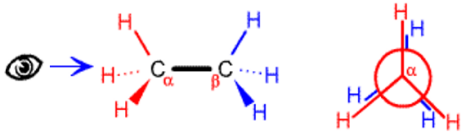
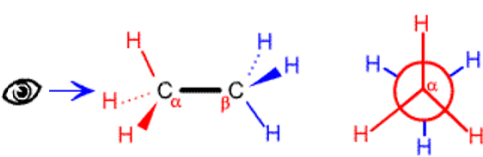
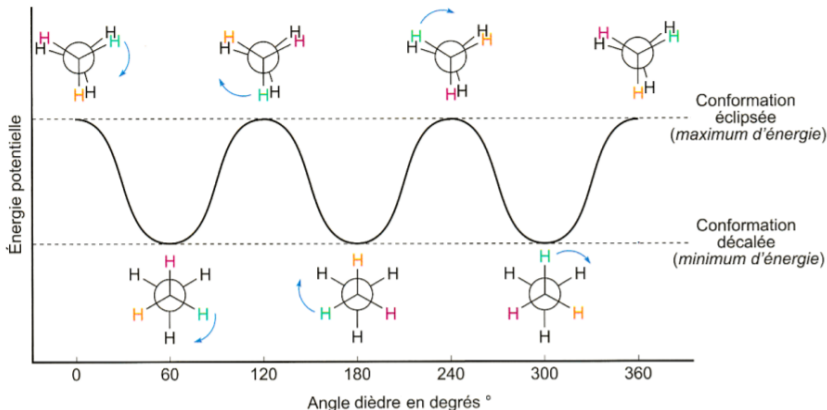
STRUCTURATION DANS L'ESPACE DES MOLÉCULES DU VIVANT ROTATION AUTOUR DES LIAISONS	
<b>Liaison <math>\sigma</math></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Libre rotation autour des liaisons <math>\sigma</math></li> <li>Libre rotation autour des C <math>sp^3</math></li> </ul>
<b>Liaison <math>\pi</math></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empêchement de la libre rotation par les liaisons <math>\pi</math> ⚡</li> <li>Pas de libre rotation autour des C <math>sp^2</math> ⚡</li> </ul>

ISOMÉRIE	
<b>Définition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude des relations structurales entre deux ou plusieurs molécules qui possèdent la <b>même formule brute</b> mais qui ont des <b>structures dans l'espace non superposables</b> (relation d'isomérisation) <ul style="list-style-type: none"> <li>Ces molécules, appelées <b>isomères</b>, ont des propriétés physiques, chimiques et biologiques différentes</li> </ul> </li> </ul>
<b>2 Types</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Isomérisation de structure ou Isomérisation de constitution</li> <li>Isomérisation spatiale</li> </ul>

ISOMÉRIE ISOMÉRIE DE STRUCTURE OU DE CONSTITUTION			
<b>Isomérisation de Fonction</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>même formule brute</b> mais <b>fonction chimique</b> <math>\neq</math></li> <li>Exemple : <math>C_5H_{10}O</math> : pentanal – pentan-3-one – pent-2-ène-1-ol</li> </ul>		
<b>Isomérisation de Position</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>même formule brute, même fonction chimique</b> mais <b>position</b> <math>\neq</math> sur la chaîne carbonée</li> <li>Exemple : <math>C_5H_{12}O</math> : pentan-1-ol – pentan-2-ol – pentan-3-ol</li> </ul>		
<b>Isomérisation de Squelette</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>même formule brute, même fonction chimique</b> mais <b>squelette carboné</b> <math>\neq</math></li> <li>Exemple : <math>C_5H_{12}O</math> : pentan-1-ol – 3-méthylbutan-1-ol</li> </ul>		
<b>Tautomérisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Migration simultanée d'une double liaison et d'un proton entre 2 formes en équilibre</b></li> <li>Quand la tautomérisation correspond à la <b>migration d'un proton</b>, on parle de <b>prototropie</b></li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Céto-énolique</b></li> </ul> $  \begin{array}{c}  \text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3 \\  \rightleftharpoons \\  \text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{OH})=\text{CH}_2  \end{array}  $	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Amide</b></li> </ul> $  \begin{array}{c}  \text{—C—NH—} \\  \parallel \\  \text{O}  \end{array}  \rightleftharpoons  \begin{array}{c}  \text{—C=N—} \\    \\  \text{OH}  \end{array}  $	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>énamine-imine</b></li> </ul> $  \text{—CH=CH—NH}_2 \rightleftharpoons \text{—CH}_2\text{—CH=NH}  $

ISOMÉRIE DANS L'ESPACE ANGLE DE VALENCE ET ANGLE DE TORSION = ANGLE DIÈDRE	
Exemple	$\overset{1}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\text{CH}_2}-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{4}{\text{CH}_3}$
Angle de valence	<ul style="list-style-type: none"> <li>Angle <math>\delta</math> défini par 3 atomes consécutifs :</li> </ul> 
Angle de Torsion = Angle dièdre ★★	<ul style="list-style-type: none"> <li>Angle défini par 4 atomes consécutifs</li> <li>L'angle dièdre <math>\Phi</math> mesure l'angle entre les liaisons <math>\text{C}_1-\text{C}_2</math> et <math>\text{C}_3-\text{C}_4</math></li> <li>Regard placé le long de la liaison <math>\text{C}_2-\text{C}_3</math> :</li> </ul> 

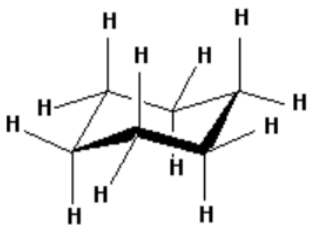
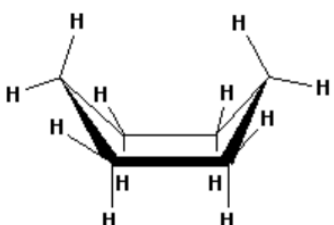

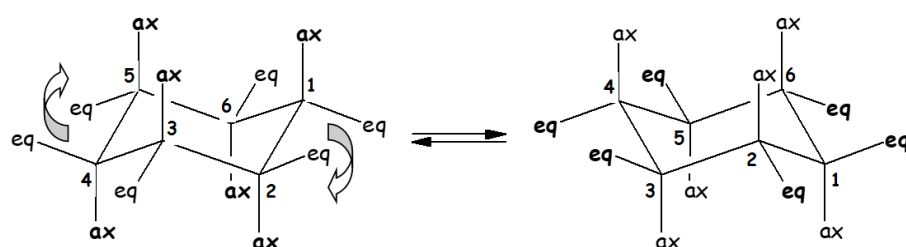
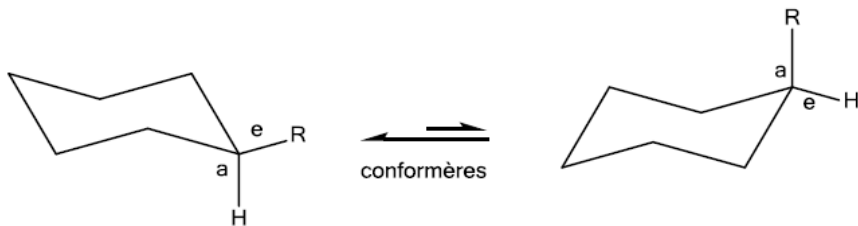
ISOMÉRIE DANS L'ESPACE ISOMÉRIE CONFORMATIONNELLE	
Synonymes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conformations = Conformères = Rotamères ★★</li> </ul>
Définitions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arrangements des atomes qui ne se différencient que par des <b>rotations autour de simples liaisons</b> ★★</li> <li>Pour deux conformères, <b>aucun élément de stéréochimie n'est modifié</b> (même configuration R ou S des C asymétriques, même configuration Z ou E d'une double liaison, ...) ★★</li> </ul>

ISOMÉRIE CONFORMATIONNELLE CONFORMATIONS REMARQUABLES DE L'ETHANE		
Conformations remarquables de l'éthane	Conformation éclipsée	Conformation décalée
		
Énergie potentielle de l'éthane en fonction de l'angle dièdre		

## ISOMÉRIE CONFORMATIONNELLE CONFORMATIONS REMARQUABLES DU n-BUTANE

	Totalement éclipsée	Décalée Gauche	Partiellement éclipsée	Décalée Anti
Conformations remarquables du n-butane : $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$				
	Angle dièdre = 0 ou 360°	Angle dièdre = 60 ou 300°	Angle dièdre = 120 ou 240°	Angle dièdre = 180°
Énergie potentielle du n-butane en fonction de l'angle dièdre				

## ISOMÉRIE CONFORMATIONNELLE CONFORMATIONS REMARQUABLES DU CYCLOHEXANE

	Chaise	Bateau
Conformations remarquables du cyclohexane		
Equilibre conformationnel	<p style="text-align: center;">Chaise                      Bateau                      Chaise</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>La conformation chaise est moins énergétique (plus stable) que la conformation bateau.</li> <li>En conformation chaise : <ul style="list-style-type: none"> <li>Un trait <b>vertical</b> correspond à une <b>liaison axiale</b> ★★★</li> <li>Un trait <b>oblique</b> correspond à une <b>liaison équatoriale</b> ★★</li> <li>Equilibre conformationnel : ★</li> </ul> </li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Lors de l'équilibre conformationnel, lorsqu'on passe d'une <b>conformation</b> chaise à l'autre : <ul style="list-style-type: none"> <li>une <b>liaison axiale devient équatoriale</b> et inversement ★</li> <li>un groupement dirigé vers le haut reste dirigé vers le haut ★</li> <li>un groupement dirigé vers le bas reste dirigé vers le bas ★</li> </ul> </li> </ul>	
Cyclohexane substitué	 <p style="text-align: center;">conformères</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>R en position équatoriale</li> <li>H en position axiale</li> <li><b>Conformère le plus stable</b> ★ car <b>un groupement volumineux est toujours plus stable en position équatoriale.</b></li> <li>R en position axiale</li> <li>H en position équatoriale</li> </ul>	

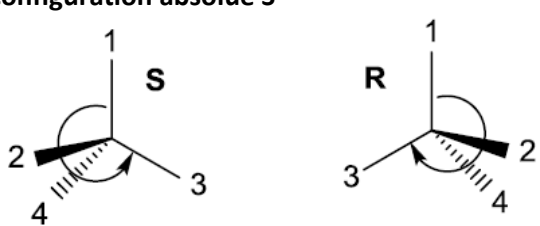
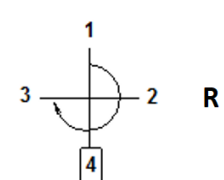
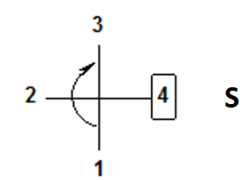


ISOMÉRIE DANS L'ESPACE ISOMÉRIE CONFIGURATIONNELLE = STÉRÉOISOMÉRIE	
Définition	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deux molécules de <b>configurations différentes</b> sont en relation de <b>stéréoisomérisation</b> : ce sont des <b>stéréoisomères</b></li> </ul>
2 Types	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Enantiomérisation</b> (= isomérisation optique)</li> <li><b>Diastéréoisomérisation</b> (= isomérisation géométrique)</li> </ul>

ISOMÉRIE CONFIGURATIONNELLE = STÉRÉOISOMÉRIE ÉNANTIOMÉRIE	
Molécule Chirale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une <b>molécule chirale</b> est une molécule qui n'est <b>pas superposable à son image dans un miroir plan</b></li> <li>Elle ne possède <b>ni plan, ni centre de symétrie</b></li> <li>Elle possède généralement <b>un ou plusieurs carbones asymétriques</b></li> <li>Elle est <b>active sur la lumière polarisée (L.P.)</b></li> </ul>

ÉNANTIOMÉRIE ISOMÈRES OPTIQUES = ÉNANTIOMÈRES	
Définition	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deux molécules de configurations images l'une de l'autre par rapport à un miroir et non superposables sont appelées <b>énantiomères</b> ★★</li> <li>Pour deux énantiomères, <b>la configuration absolue de tous les carbones asymétriques est inversée</b> ★</li> </ul>
Propriétés des 2 énantiomères	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actifs sur la lumière polarisée (L.P.) <ul style="list-style-type: none"> <li>énantiomère <b>dextrogyre (+)</b> si la L.P. est déviée vers la droite ☼</li> <li>énantiomère <b>lévogyre (-)</b> si la L.P. est déviée vers la gauche ☾</li> </ul> </li> <li><b>Pouvoirs rotatoires spécifiques égaux en valeur absolue mais de signe contraire</b></li> <li>Propriétés physiques et chimiques identiques vis-à-vis des réactifs et phénomènes physiques <u>achiraux</u> sauf celles liées à la chiralité</li> </ul>
En thérapeutique	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'énantiomère le plus actif est l'<b>eutomère</b></li> <li>L'énantiomère le moins ou pas actif est le <b>distomère</b></li> </ul>
Racémique (±)	<ul style="list-style-type: none"> <li>C'est le <b>mélange équimolaire de deux énantiomères</b> ★★★</li> <li>Il est <b>inactif sur la lumière polarisée</b> (compensation intermoléculaire) ★★</li> <li>Ses propriétés physiques diffèrent généralement de celles des énantiomères : point de fusion, solubilité</li> </ul>

ÉNANTIOMÉRIE CARBONE ASYMÉTRIQUE	
Carbone asymétrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un carbone asymétrique est un atome de <b>carbone hybridé <math>sp^3</math></b> (tétraédrique ou tétracoordiné) <b>lié à quatre atomes ou groupements d'atomes différents</b> ★☼☾</li> </ul>

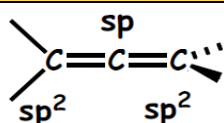
<p>ÉNANTIOMÉRIE</p> <p><b>CONFIGURATION ABSOLUE (R/S) D'UN CARBONE ASYMÉTRIQUE</b></p>		
<p><b>Règles de Cahn, Ingold, et Prelog (CIP)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les 4 atomes liés au carbone asymétrique sont classés <b>par numéro atomique Z décroissant</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>1\text{H} &lt; 1\text{D} &lt; 6\text{C} &lt; 7\text{N} &lt; 8\text{O} &lt; 9\text{F} &lt; 16\text{S} &lt; 17\text{Cl} &lt; 35\text{Br} &lt; 53\text{I}</math></li> </ul> </li> <li>Si Z est identique, on regarde le nombre de masse A. <ul style="list-style-type: none"> <li>Exemple : D (deutérium) &gt; H</li> </ul> </li> <li>Si les atomes à comparer sont identiques à la première ligne, on examine les atomes de la ligne suivante, en s'arrêtant à la première différence. <ul style="list-style-type: none"> <li>Exemple : <math>-\text{CH}_3 &lt; -\text{CH}_2-\text{CH}_3 &lt; -\text{CH}(\text{CH}_3)_2</math></li> </ul> </li> <li>Les liaisons double et triple comptent respectivement comme deux et trois liaisons simples. <ul style="list-style-type: none"> <li>Exemples : <math>\text{C}\equiv\text{C} &gt; \text{C}=\text{C} &gt; \text{C}-\text{C}</math> et <math>-\text{CHO} &lt; -\text{COR} &lt; -\text{COOH}</math></li> </ul> </li> </ul>	
	<p><b>Sens de Rotation en représentation de CRAM</b> ★★★★☆</p>	<p>Si le substituant n°4 est vers l'arrière ★★★★☆</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>On regarde le sens de rotation des substituants 1, 2, 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>Si on tourne dans le <b>sens des aiguilles d'une montre</b>, le carbone est de <b>configuration absolue R</b></li> <li>Si on tourne dans le <b>sens inverse</b>, le carbone est de <b>configuration absolue S</b></li> </ul> </li> </ul> 
	<p>Si le substituant n°4 est vers l'avant ★★★</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La configuration absolue est inversée <ul style="list-style-type: none"> <li>Sens R : la configuration absolue est S</li> <li>Sens S : la configuration absolue est R</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Sens de Rotation en Projection de FISCHER</b></p>	<p>Si le substituant n°4 est sur l'axe vertical</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>On regarde le sens de rotation des substituants 1, 2, 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>Si on tourne dans le <b>sens des aiguilles d'une montre</b>, le carbone est de <b>configuration absolue R</b></li> <li>Si on tourne dans le <b>sens inverse</b>, le carbone est de <b>configuration absolue S</b></li> </ul> </li> <li>Exemple :</li> </ul> 
	<p>Si le substituant n°4 est sur l'axe horizontal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La configuration absolue est inversée <ul style="list-style-type: none"> <li>Sens R : la configuration absolue est S</li> <li>Sens S : la configuration absolue est R</li> </ul> </li> <li>Exemple :</li> </ul> 

ÉNANTIOMÉRIE EXEMPLES		
Série D des oses	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les oses naturels sont de la série D</li> <li>Les oses sont représentés en Fischer avec la chaîne carbonée sur l'axe vertical et la fonction la plus oxydée en haut <ul style="list-style-type: none"> <li>Si l'avant-dernier OH est à droite <math>\Rightarrow</math> ose de la <b>série D</b></li> <li>Si l'avant-dernier OH est à gauche <math>\Rightarrow</math> ose de la <b>série L</b></li> </ul> </li> </ul>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}</math> <p><u>D-Glucose</u></p> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}</math> <p><u>L-Glucose</u></p> </div> </div> <p>Un ose <b>D</b> et un ose <b>L</b> sont énantiomères ★</p>
Série L des acides aminés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les acides aminés naturels sont de la série L</li> <li>Les acides aminés sont représentés en Fischer avec la chaîne carbonée sur l'axe vertical et la fonction acide en haut <ul style="list-style-type: none"> <li>Si la fonction <math>\text{NH}_2</math> est à droite <math>\Rightarrow</math> aa de la <b>série D</b></li> <li>Si la fonction <math>\text{NH}_2</math> est à gauche <math>\Rightarrow</math> aa de la <b>série L</b></li> </ul> </li> </ul>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{NH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}</math> <p><u>D-Alanine</u></p> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}</math> <p><u>L-Alanine</u></p> </div> </div> <p>Un aa <b>D</b> et un aa <b>L</b> sont énantiomères</p>

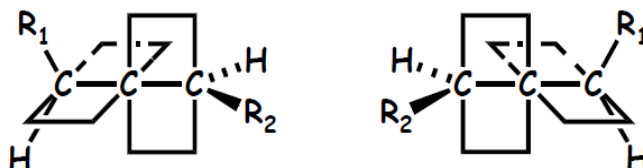
CAS PARTICULIER : COMPOSÉ DE CONFIGURATION MÉSO		
Définition	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un composé de configuration <b>méso</b> présente un nombre équivalent de groupes énantiomériques liés de façon identique, en l'absence de tout autre groupe chiral</li> <li>Un méso à 2 C asymétriques consécutifs est <b>toujours RS ou SR</b></li> <li>Un méso n'est <b>pas chiral</b> (plan de symétrie)</li> <li>Un méso est <b>toujours inactif sur la L.P.</b></li> </ul>	
Exemples	Acide méso-tartrique	<div style="display: flex; align-items: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{COOH} \end{array}</math> <div style="margin-left: 10px;">Plan de symétrie</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HOOC} \quad \text{COOH} \end{array}</math> <p><i>S</i> <i>R</i></p> </div> <div style="margin: 0 10px;">ou</div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{OH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HOOC} \quad \text{COOH} \end{array}</math> <p><i>S</i> <i>R</i></p> </div> </div>
	Acide mucique	$\begin{array}{c} \text{CO}_2\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CO}_2\text{H} \end{array}$

## ÉNANTIOMÉRIE SANS CARBONE ASYMÉTRIQUE DIÈNES À 2 DOUBLES LIAISONS CONSÉCUTIVES

### Structure

- 

$$\begin{array}{c} \text{sp} \\ \diagup \\ \text{C}=\text{C}=\text{C} \diagdown \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{sp}^2 \quad \text{sp}^2 \end{array}$$
- Les deux liaisons  $\pi$  sont dans 2 plans perpendiculaires
- **Le diène est chiral** (existence d'un axe chiral) **si les deux carbones  $\text{sp}^2$  terminaux portent 2 groupements différents**
  - $\text{H} \neq \text{R}_1$
  - $\text{H} \neq \text{R}_2$
  - Composé chiral existant sous forme d'un couple d'énantiomères :

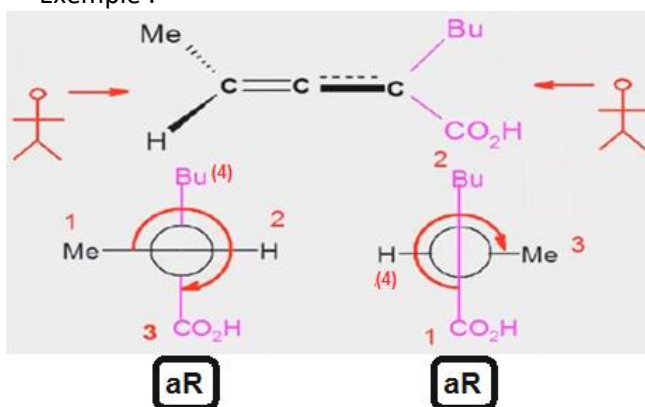


### Configurations aR et aS

- Les 2 énantiomères sont notés **aR** et **aS**

### Détermination

- Se placer d'un côté de la molécule
- Classer les deux premiers groupements vus par ordre de priorité (1 et 2)
- En restant du même côté de la molécule, classer les deux groupements les plus éloignés par ordre de priorité (3 et 4)
- On regarde le sens de rotation des substituants 1, 2, 3 et 4
  - Si on tourne dans le **sens des aiguilles d'une montre**, le diène est de **configuration aR**
  - Si on tourne dans le **sens inverse**, le diène est de **configuration aS**
- Exemple :



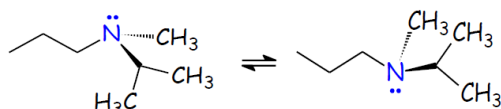
- Le résultat est identique que l'on se place d'un côté ou de l'autre de la molécule

## ÉNANTIOMÉRIE SANS CARBONE ASYMÉTRIQUE CHIRALITÉ LIÉE A L'ATOME D'AZOTE

### Structure



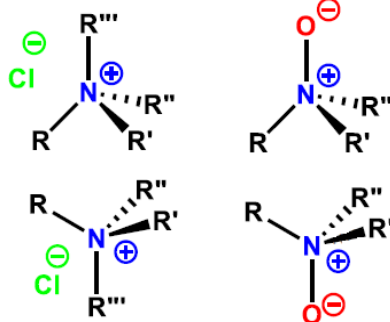
- Un atome d'azote lié à 3 groupements différents est chiral et peut s'écrire sous forme de 2 énantiomères
- Il est impossible de séparer les 2 formes chirales car il y a un équilibre permanent : **mélange racémique indédoubleable**



- Inversion de l'azote** due à la présence du doublet non liant sur N  
⇒ **Inactivité sur la L.P.**

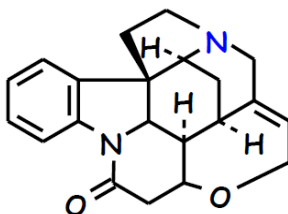
### Chiralité des Ammoniums IV et N-oxydes

- Absence de possibilité d'inversion de l'azote :
  - Configurations dédoubleables
  - Absence d'équilibre entre elles
  - Les 2 énantiomères sont séparables :

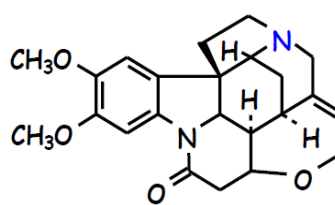


### Strychnine et Brucine

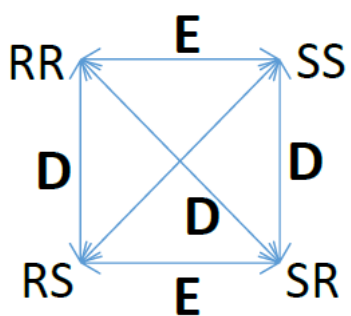
- Le phénomène d'inversion de l'azote peut être empêché si l'azote est bloqué dans un cycle :



Strychnine



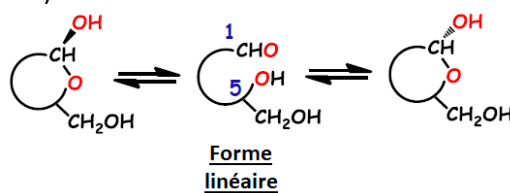
Brucine

ISOMÉRIE CONFIGURATIONNELLE = STÉRÉOISOMÉRIE <b>DIASTÉRÉOISOMÉRIE <math>\sigma</math></b>	
<b>Définitions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elle est due à la présence de carbones asymétriques</li> <li><b>Des stéréoisomères qui ne sont pas des énantiomères, sont en relation de diastéréoisomérisation</b></li> <li>Les diastéréoisomères sont également appelés des <b>isomères géométriques</b></li> </ul>
<b>Relation d'isomérisation entre les stéréoisomères</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour une molécule avec n carbones asymétriques, il existe <b>au maximum <math>2^{n-1}</math> couples d'énantiomères</b> ☹</li> <li>Pour une molécule avec n carbones asymétriques, il existe <b>au maximum <math>2^n</math> stéréoisomères</b> formant des couples d'énantiomères et des couples de diastéréoisomères</li> <li>Exemple : Une molécule avec deux carbones asymétriques a quatre stéréoisomères : RR, SS, RS, et SR dont deux couples d'énantiomères.</li> </ul> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>E = relation d'énantiomérisation</p> <p>D = relation de diastéréoisomérisation</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Configuration relative :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le couple d'énantiomères <b>RR et SS</b> peut être noté <b>(R*, R*)</b></li> <li>Le couple d'énantiomères <b>RS et SR</b> peut être noté <b>(R*, S*)</b> ★</li> </ul> </li> <li><b>Les couples (R*, R*) et (R*, S*) sont en relation de diastéréoisomérisation</b> ★</li> <li><b>La notation R*S* n'est pas utilisable pour un composé méso</b></li> </ul>
<b>Épipères</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deux oses qui ne se différencient que par la configuration absolue d'un seul carbone asymétrique sont <b>deux diastéréoisomères</b> ★ et plus particulièrement <b>deux épimères</b> ★</li> </ul>

## DIASTÉRÉOISOMÉRIE $\sigma$ CAS PARTICULIER DES ANOMÈRES

### Anomères

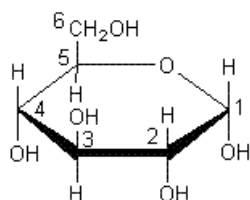
- Deux formes cycliques **en équilibre** résultant de la réaction de **cyclisation** (=hémiacétalisation) des oses : ★★★



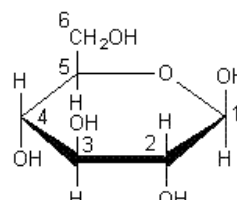
- Deux anomères :  $\alpha$  et  $\beta$  ★★

### $\alpha$ et $\beta$

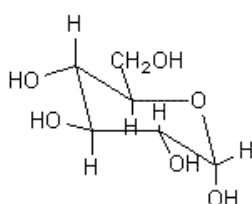
- Création d'un carbone asymétrique supplémentaire (C1 pour les aldoses) :
  - Anomère  $\alpha$**  : OH sur le C1 en **trans** par rapport au  $\text{CH}_2\text{OH}$  sur le C5 ★★
  - Anomère  $\beta$**  : OH sur le C1 en **cis** par rapport au  $\text{CH}_2\text{OH}$  sur le C5 ★★✪
- Les **anomères** sont des **diastéréoisomères** : ils ne diffèrent que par la configuration du carbone asymétrique C1 ★★



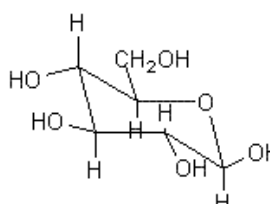
**$\alpha$ -D-glucopyranose (Haworth)**



**$\beta$ -D-glucopyranose (Haworth)**



**$\alpha$ -D-glucopyranose (chaise)**



**$\beta$ -D-glucopyranose (chaise) ✪**

### Mutarotation

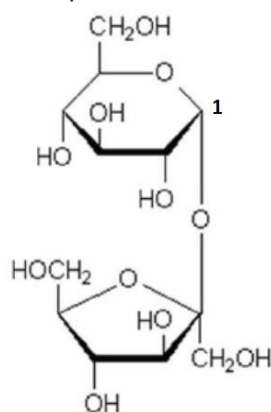
- La **mutarotation** en solution aqueuse d'un ose traduit l'équilibre chimique et donc le mélange entre les deux anomères  $\alpha$  et  $\beta$  de cet ose

### Stabilité relative

- L'anomère  **$\beta$  est plus stable** que l'anomère  $\alpha$  du D-glucose
- Dans l'eau : rapport  $\beta / \alpha = 64 / 36$

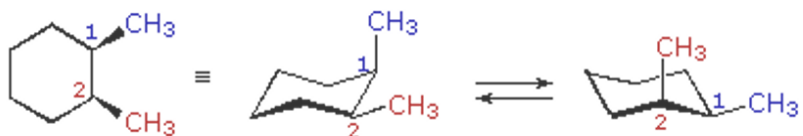
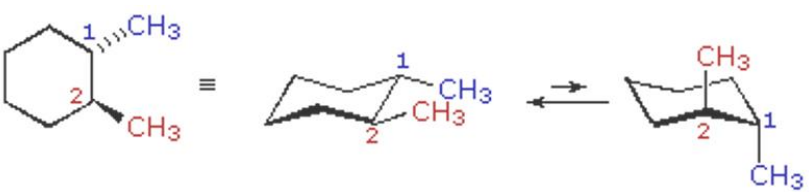
### Cas des diosides

- Exemple : le saccharose :

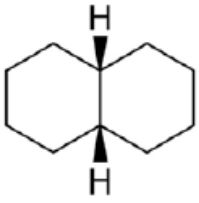
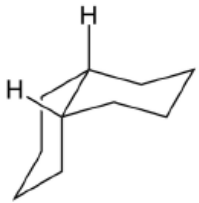
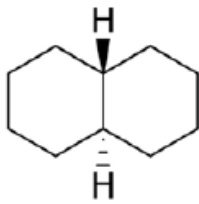
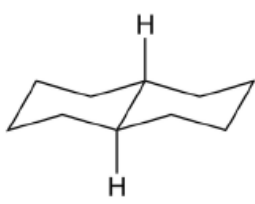


- Le glucose (en haut) n'a pas de fonction hémiacétal libre, mais une fonction acétal
  - Pas d'équilibre possible avec la forme aldéhyde
  - Pas de propriété réductrice
  - Pas de mutarotation possible

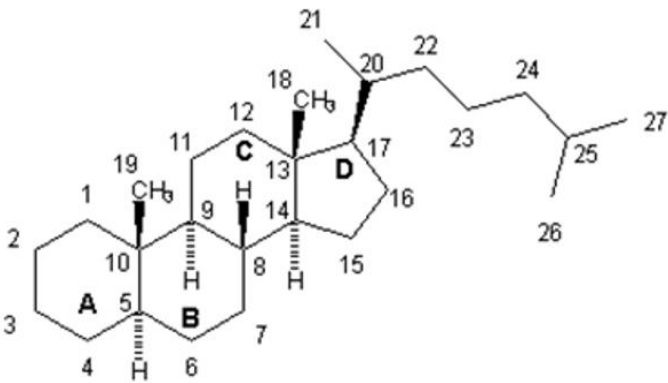
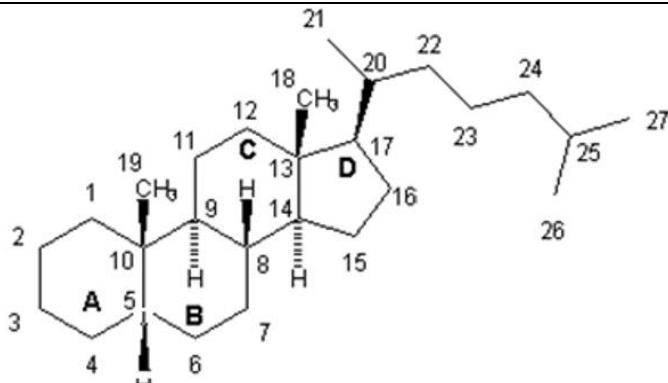
DIASTÉRÉOISOMÉRIE  $\sigma$   
**DIASTÉRÉOISOMÉRIE CIS/TRANS**

<b>Définition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Détermination sur des cycles</li> <li>▪ deux groupements du même côté du plan moyen du cycle ⇒ configuration <b>cis</b> ★★★⊕</li> <li>▪ deux groupements de part et d'autre du plan moyen du cycle ⇒ configuration <b>trans</b> ⊕</li> <li>▪ Relation de <b>diastéréoisomérisie</b> entre <b>cis</b> et <b>trans</b> ⊕</li> </ul>
<b>Exemple : 1,2-diméthyl cyclohexane</b>	<div style="text-align: center;">  <p><b>1,2-diméthylcyclohexane cis</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>1,2-diméthylcyclohexane trans</b></p> </div>

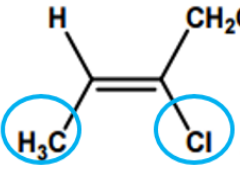
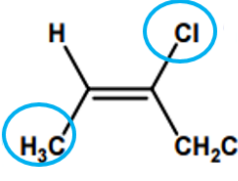
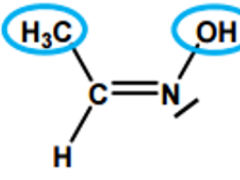
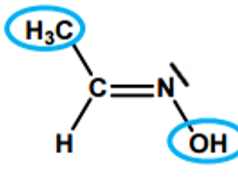
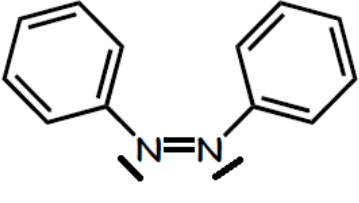
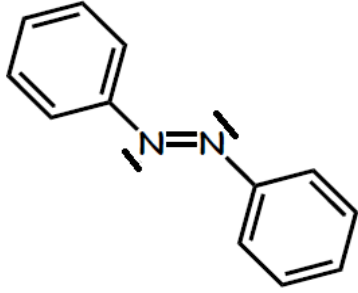
DIASTÉRÉOISOMÉRIE  $\sigma$   
**DIASTÉRÉOISOMÉRIE CIS/TRANS POUR DES CYCLOHEXANES ACCOLÉS**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Décالية = 10 carbones</li> <li>▪ <b>Cis</b> : les 2 groupements au niveau de la jonction de cycle sont du même côté</li> </ul>
<b>Décالية cis</b>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="text-align: center; padding-right: 10px;"> <b>Jonction cis</b> ★         </div> <div style="display: flex; gap: 10px;">   </div> </div>
<b>Décالية trans</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Décالية = 10 carbones</li> <li>▪ <b>Trans</b> : les 2 groupements au niveau de la jonction de cycle sont opposés</li> </ul> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="text-align: center; padding-right: 10px;"> <b>Jonction trans</b> ★★         </div> <div style="display: flex; gap: 10px;">   </div> </div>



DIASTÉRÉOISOMÉRIE $\sigma$ <b>DIASTÉRÉOISOMÉRIE <math>\alpha/\beta</math> POUR LES STÉROÏDES</b>	
5 $\alpha$ -cholestane	<ul style="list-style-type: none"> <li>5<math>\alpha</math> = groupement en 5 en <b>trans</b> par rapport au CH<sub>3</sub> en position 19.</li> </ul> 
5 $\beta$ -cholestane	<ul style="list-style-type: none"> <li>5<math>\beta</math> = groupement en 5 en <b>cis</b> par rapport au CH<sub>3</sub> en position 19.</li> </ul> 

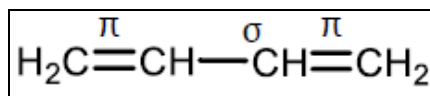
DIASTÉRÉOISOMÉRIE  $\pi$   
DIASTÉRÉOISOMÉRIE Z/E

Alcènes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'alcène doit porter 2 groupements différents sur chaque C <math>sp^2</math> de la double liaison <ul style="list-style-type: none"> <li>○ alcène Z : les 2 groupements prioritaires sur chaque C <math>sp^2</math> sont du <b>même côté de la double liaison</b></li> <li>○ alcène E : les 2 groupements prioritaires sur chaque C <math>sp^2</math> sont <b>de part et d'autre de la double liaison</b></li> </ul> </li> <li>▪ Les configurations Z et E forment un couple de diastéréoisomères ☼</li> </ul>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Z ★★★★★</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>E ★★★★★</p> </div> </div>
Oximes	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Z</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>E</p> </div> </div>
Azoïques	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Z</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>E</p> </div> </div>

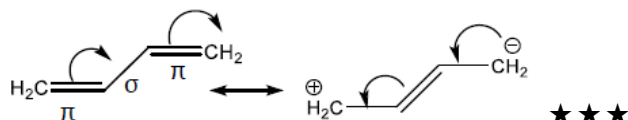
## RIGIDITÉ DANS L'ESPACE LIÉE À LA MÉSOMÉRIE RÉSONANCE = MÉSOMÉRIE = CONJUGAISON

### Résonance $\pi$ - $\sigma$ - $\pi$

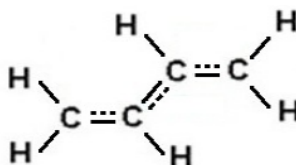
- Système conjugué  $\pi$ - $\sigma$ - $\pi$  : ★★ ★★



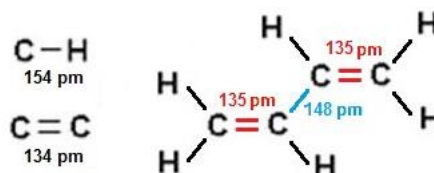
- Structures limites de résonance :



- Structure réelle = Hybride de résonance :



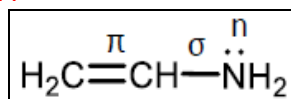
- Tous les atomes sont coplanaires autour du système conjugué
- Les liaisons n'ont pas toutes la même longueur et n'ont pas les longueurs identiques à de simples ou doubles liaisons Carbone-Carbone isolées :
  - Les doubles liaisons ont un caractère partiel de simple liaison : leur longueur est plus grande qu'une double liaison isolée
  - La simple liaison a un caractère partiel de double liaison : sa longueur est plus faible qu'une simple liaison isolée



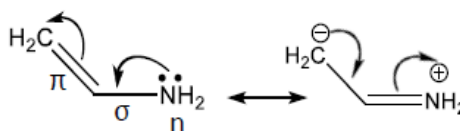
- Stabilise la molécule

### Résonance $\pi$ - $\sigma$ -n (ou $\pi$ - $\sigma$ -p)

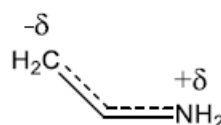
- Système conjugué  $\pi$ - $\sigma$ -n :



- Formes limites de résonance :



- Structure réelle = Hybride de résonance :



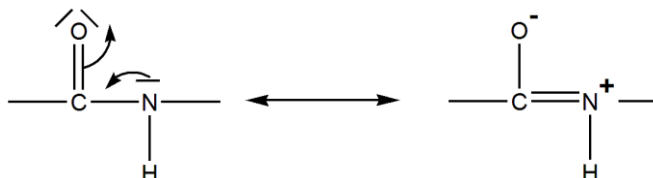
- Stabilise la molécule

## RIGIDITÉ DANS L'ESPACE LIÉE À LA MÉSOMÉRIE ★

### EXEMPLES

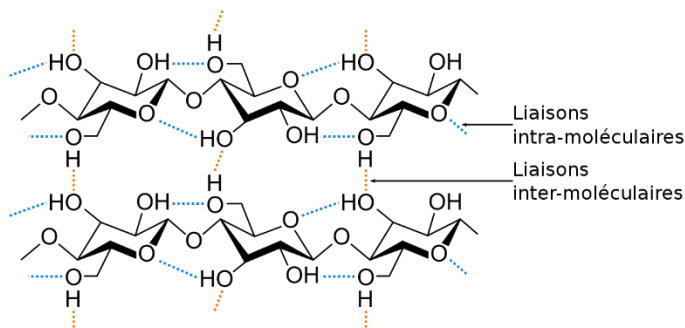
Rigidité dans la liaison peptidique

- **Système conjugué  $\pi$ - $\sigma$ - $n$**  dans la liaison peptidique
  - **Caractère partiel de double liaison de la liaison C-N**
  - **Pas de libre rotation autour de la liaison C-N prise dans le système conjugué  $\Rightarrow$  rigidité**



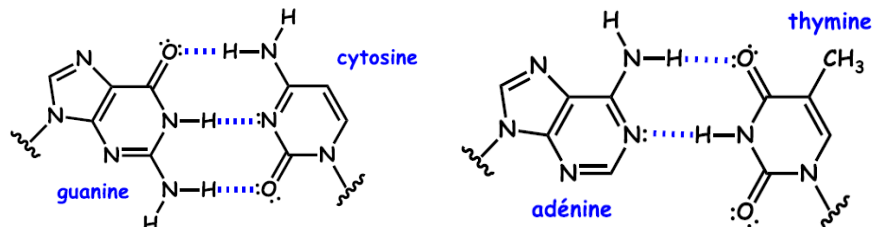
Rigidité dans la cellulose

- **Nombreuses liaisons hydrogène intra- et inter-chaines**
  - Rigidité de la cellulose



Rigidité dans les acides nucléiques

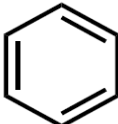
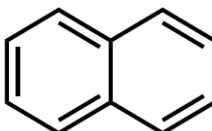
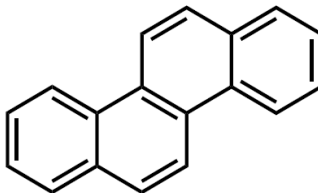
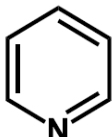
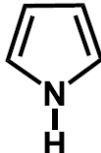
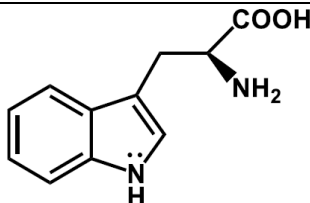
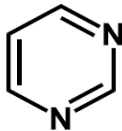
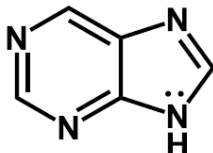
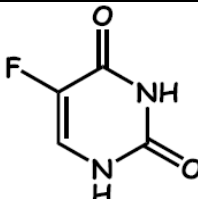
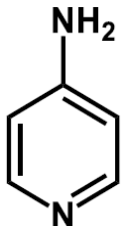
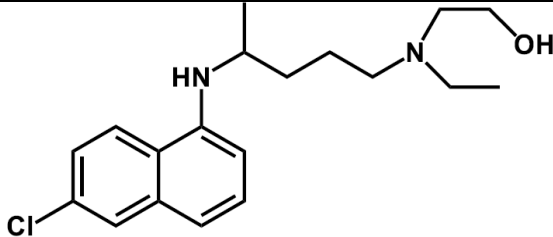
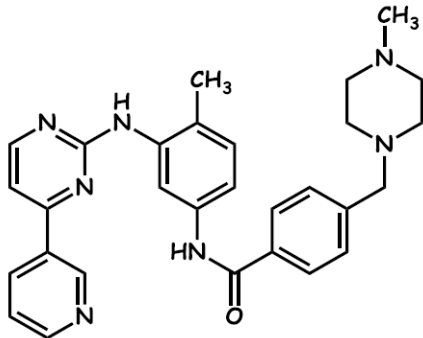
- **Liaisons hydrogène entre bases pyrimidiques et bases puriques**



Rigidité liée à des cyclisations

- Cyclisation des terpènes en stéroïdes
- Le cholestérol est impliqué dans la rigidité des membranes cellulaires et des vaisseaux sanguins

## AROMATICITÉ

AROMATICITÉ			
Définition	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Règle d'aromaticité de <b>Hückel</b></li><li>▪ Une molécule est dite <b>aromatique</b> si c'est une molécule :<ul style="list-style-type: none"><li>○ <b>cyclique</b></li><li>○ <b>plane</b></li><li>○ présentant <b>(4n + 2) e- délocalisés</b> où n = nombre entier ≥ 1 = nb de cycles constituant le système</li></ul></li></ul>		
Propriétés des molécules aromatiques	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Elles présentent une <b>stabilité importante</b> ainsi que des <b>propriétés particulières</b> en termes de réactivité chimique</li><li>▪ Elles présentent une <b>mésomérie π-σ-π</b> et/ou <b>π-σ-n</b></li></ul>		
Exemples	 Benzène	 Naphthalène	 Chrysène
	 Pyridine	 Pyrrole	 Tryptophane (noyau indole aromatique)
	 Pyrimidine	 Purine	 5-fluorouracile
	 4-aminopyridine	 Hydroxychloroquine (Partie aromatique plane)	
	 Imatinib (présente des parties aromatiques)		