

# BIENVENUE EN PAES



1



Guillaume  
alias WatiGG



Mika  
alias Zhost

SONT  
VOS TUTEURS  
de CHIMIE ORGANIQUE

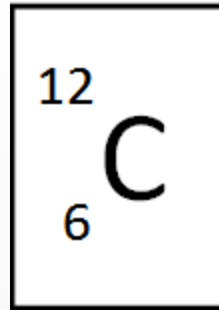
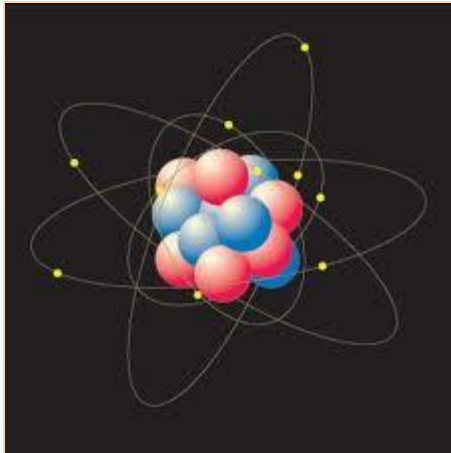
Les étudiants le savent :  
la chimie orga...



... c'est mortel ! 😊

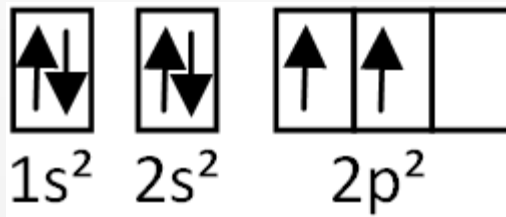
# LES ÉLÉMENTS CHIMIQUES

- Carbone
- Azote
- Oxygène
- Hydrogène
- Règle du duet et de l'octet
- Atome de Bore

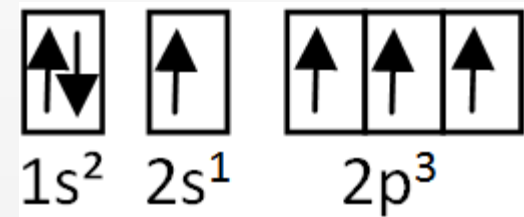
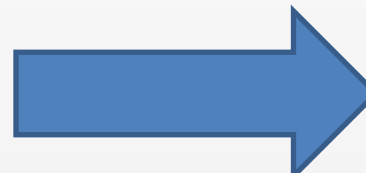


Carbone

- 12 nucléons
  - 6 protons
  - 6 neutrons
- } noyau
- 6 électrons
- } atome



Valence primaire



Valence secondaire

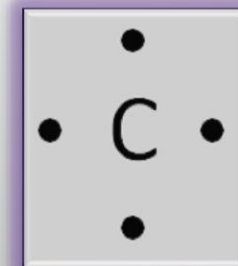
On regarde la couche la + externe :

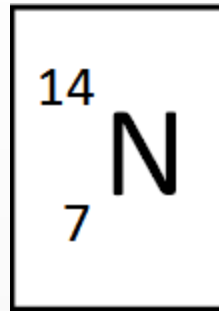
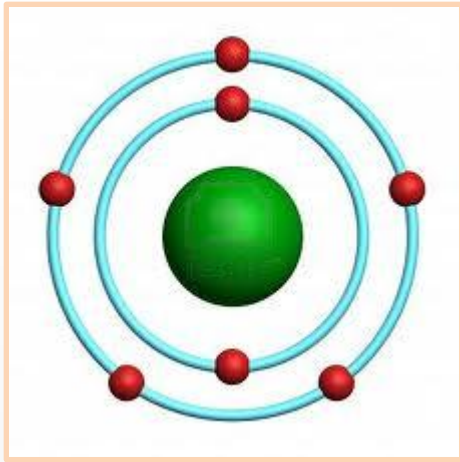
- ✓ 2 électrons libres (orbitale p)
- ✓ 1 doublet non-liant (orbitale s)

On regarde la couche de valence :

- ✓ 3 électrons libres (OA p)
- ✓ 1 électron libre (OA s)

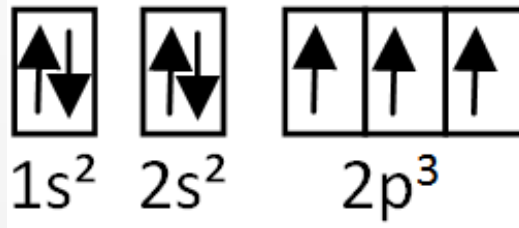
**Le carbone est toujours  
représenté en  
valence secondaire**





- 14 nucléons
- 7 protons
- 7 neutrons
- 7 électrons

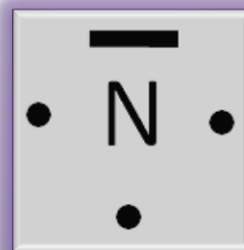
Azote

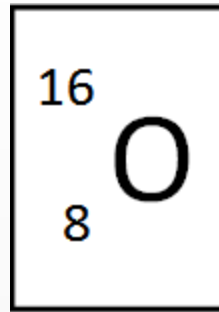
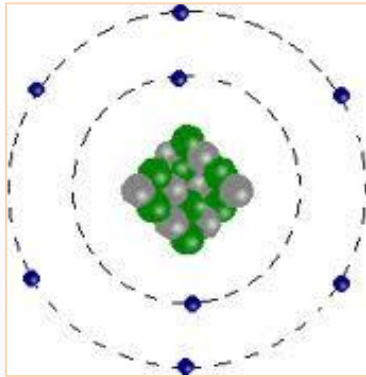


Valence primaire

Que retrouve-t-on sur la couche la + externe?

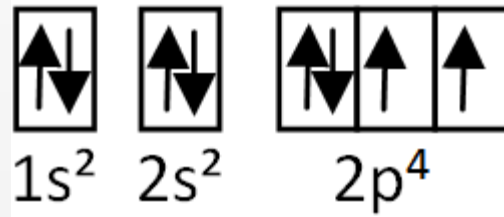
- Couche s : 1 doublet non-liant
- Couche p : 3 électrons libres





- 16 nucléons
- 8 protons
- 8 neutrons
- 8 électrons

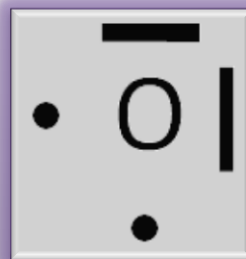
Oxygène

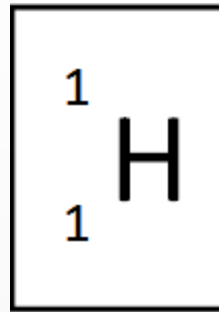
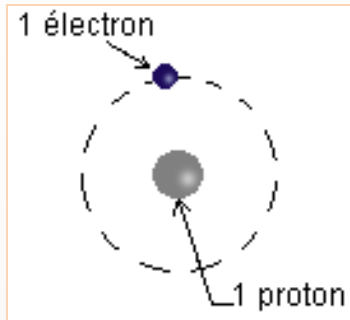


Valence primaire

Que retrouve-t-on sur la couche de valence ?

- Couche s : 1 doublet non-liant
- Couche p : 2 électrons libres **et** 1 dnl





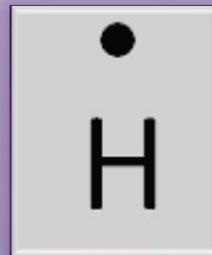
- 1 nucléon
- 1 proton
- 0 neutron
- 1 électron

Hydrogène

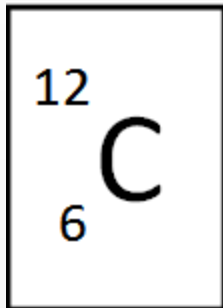


Valence primaire

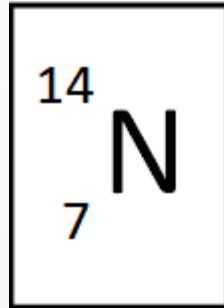
Que retrouve-t-on sur la couche de valence ?  
- 1 électron libre



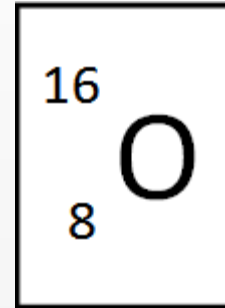
# En bref



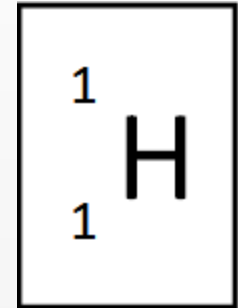
Carbone



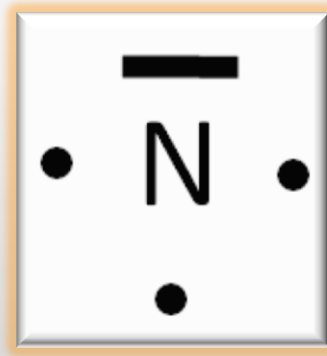
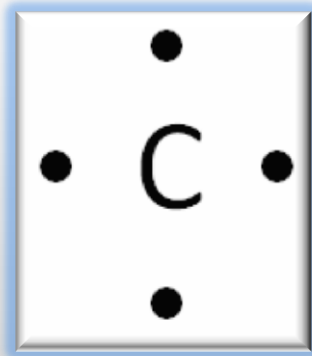
Azote



Oxygène

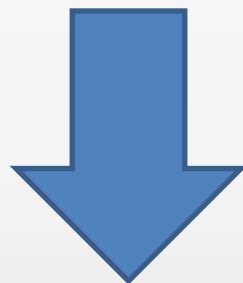


Hydrogène

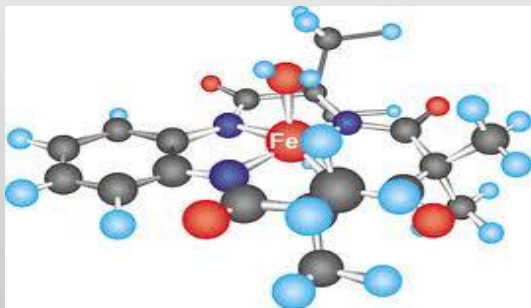


# A quoi servent les électrons de valence ?

Ils permettent la formation  
de liaisons chimiques



Et donc la création de molécules

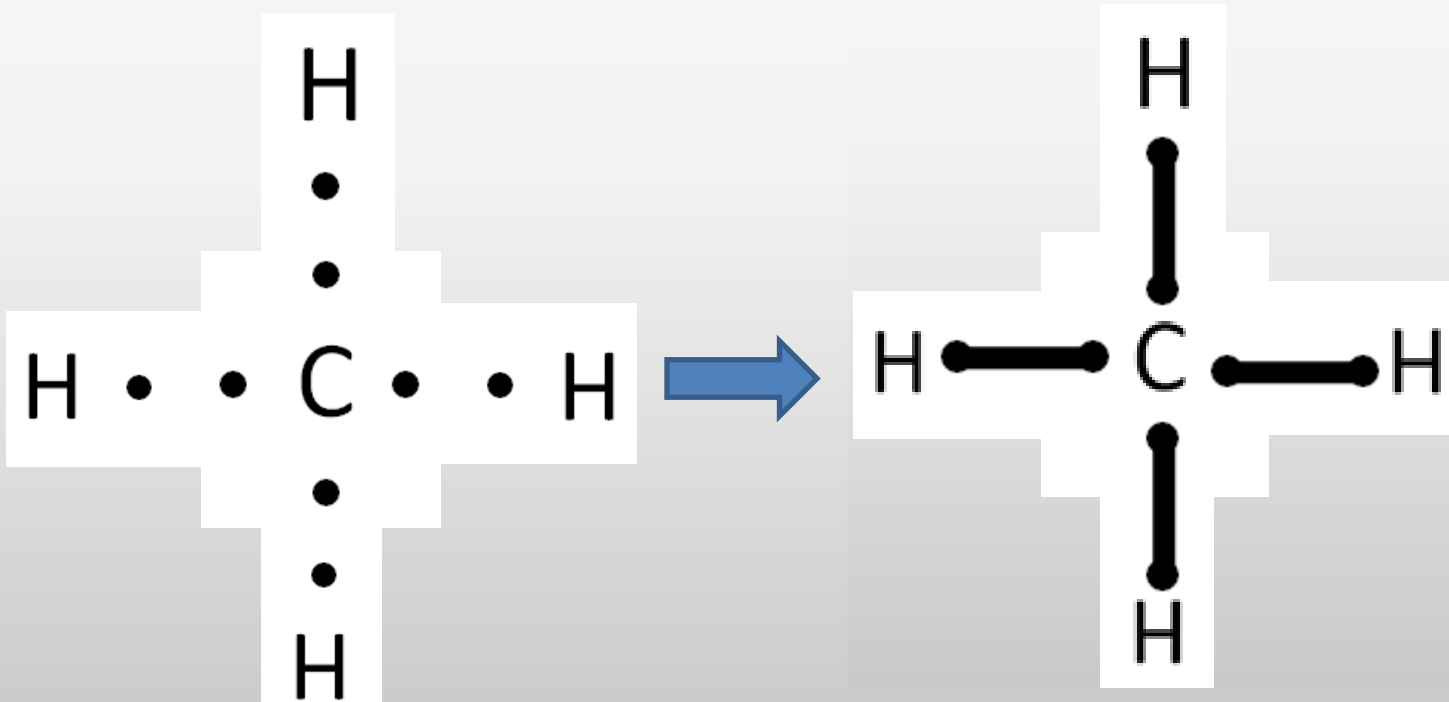


Rappel : Molécule = assemblage  
de plusieurs atomes

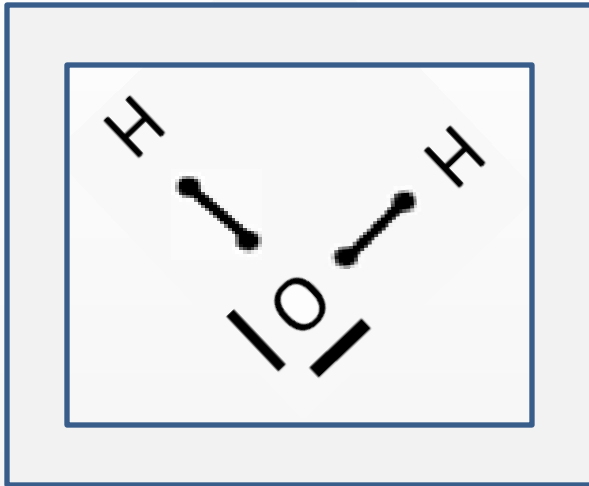
# Règle du duet et de l'octet

Un atome cherchera toujours à se stabiliser.

- Règle du duet : respectée par l'hydrogène et l'hélium
- Règle de l'octet : respectée par les autres atomes.
- ⊙ L'**hydrogène** pour être stable devra être entouré de **2 électrons**.
- ⊙ Le **carbone** pour être stable devra être entouré de **8 électrons**.



# QUELQUES EXEMPLES

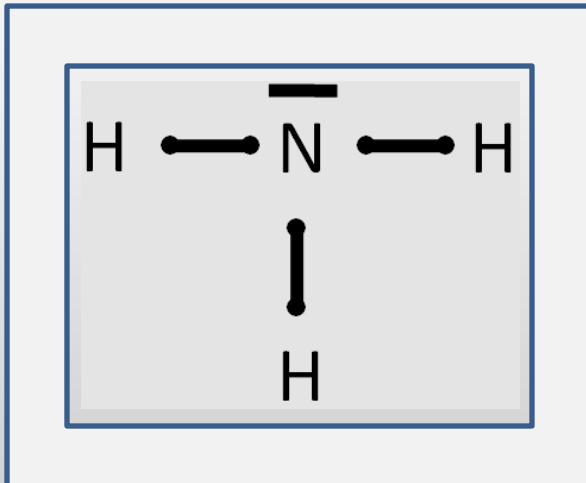


H<sub>2</sub>O

O-H = 2 électrons  
dnl = 2 électrons

\*dnl = doublet non-liant

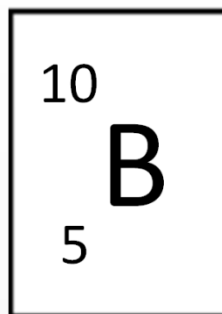
2 liaisons O-H + 2 dnl = 8 électrons  
→ La règle de l'octet est respectée  
par l'atome d'oxygène.



NH<sub>3</sub>

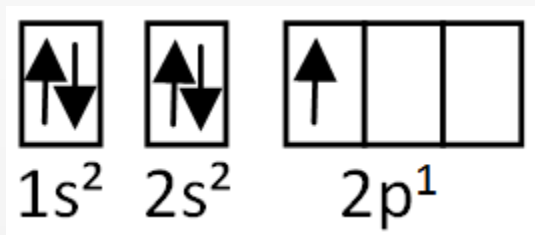
N-H = 2 électrons  
dnl = 2 électrons

3 liaisons N-H + 1 dnl = 8 électrons  
→ La règle de l'octet est respectée  
par l'atome d'azote.

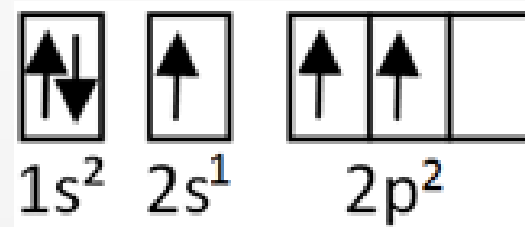


- 10 nucléons
- 5 protons
- 5 neutrons
- 5 électrons

Bore

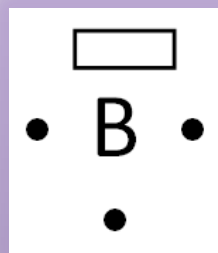


Valence primaire

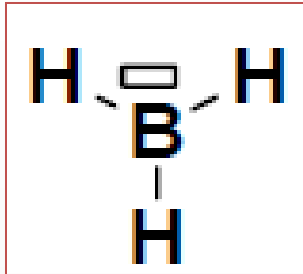


Valence secondaire

Que retrouve-t-on sur la couche de valence ?  
- 3 électrons libres



Oh !! Une case vacante !



B-H = 2 électrons  
 case vacante = 0 électron

$BH_3$  reste relativement stable, malgré qu'il ne respecte pas la règle de l'octet.



Pas tous les atomes ne respectent la règle de l'octet !!



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Hydrogène 1 <b>H</b> 1,0079	État physique, à 20 °C, de l'élément à l'état de corps pur : X : solide X : liquide X : gaz X : élément artificiel																Hélium 2 <b>He</b> 4,0026
Lithium 3 <b>Li</b> 6,941	Beryllium 4 <b>Be</b> 9,0122	Colonne 1 (sauf l'hydrogène) : alcalins Colonne 2 : alcalinoterreux Colonne 16 : chalcogènes Colonne 17 : halogènes Colonne 18 : gaz nobles										Bore 5 <b>B</b> 10,811	Carbone 6 <b>C</b> 12,011	Azote 7 <b>N</b> 14,007	Oxygène 8 <b>O</b> 15,999	Fluor 9 <b>F</b> 18,998	Néon 10 <b>Ne</b> 20,180
Sodium 11 <b>Na</b> 22,990	Magnésium 12 <b>Mg</b> 24,305	Numéro atomique → Z X ← Symbole M ← Masse molaire atomique (en g.mol <sup>-1</sup> )										Aluminium 13 <b>Al</b> 26,982	Silicium 14 <b>Si</b> 28,086	Phosphore 15 <b>P</b> 30,974	Soufre 16 <b>S</b> 32,066	Chlore 17 <b>Cl</b> 35,453	Argon 18 <b>Ar</b> 39,948
Potassium 19 <b>K</b> 39,098	Calcium 20 <b>Ca</b> 40,078	Scandium 21 <b>Sc</b> 44,956	Titane 22 <b>Ti</b> 47,867	Vanadium 23 <b>V</b> 50,942	Chrome 24 <b>Cr</b> 51,996	Manganèse 25 <b>Mn</b> 54,938	Fer 26 <b>Fe</b> 55,845	Cobalt 27 <b>Co</b> 58,933	Nickel 28 <b>Ni</b> 58,693	Cuivre 29 <b>Cu</b> 63,546	Zinc 30 <b>Zn</b> 65,409	Gallium 31 <b>Ga</b> 69,723	Germanium 32 <b>Ge</b> 72,64	Arsenic 33 <b>As</b> 74,922	Selenium 34 <b>Se</b> 78,96	Brome 35 <b>Br</b> 79,904	Krypton 36 <b>Kr</b> 83,798

**RESPECTER LES RÈGLES,  
C'EST BIEN !**

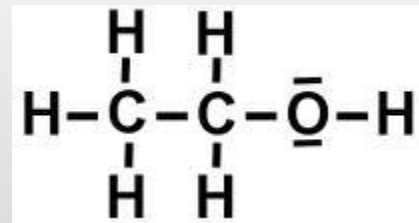
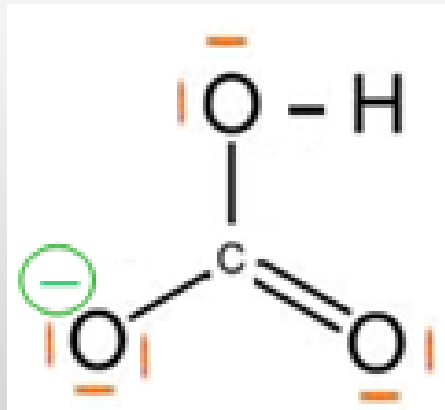
**SAVOIR DESSINER,  
C'EST MIEUX 😊 !**

- **Modèle selon Lewis**
- **Modèle selon Cram**
- **Représentation topologique**

# Modèle de LEWIS

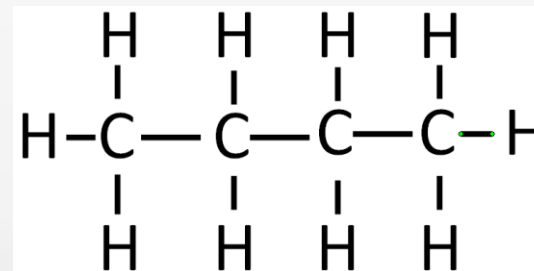
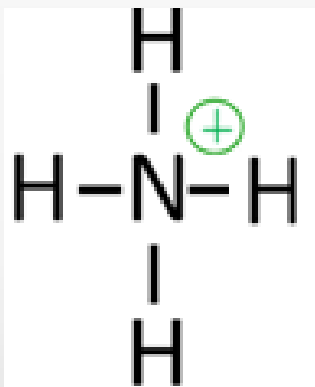
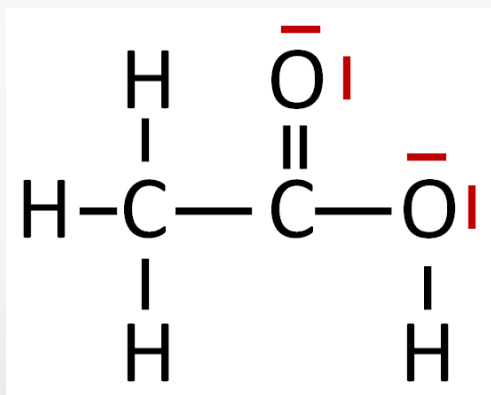
On spécifie le maximum, c'est-à-dire :

- ⓐ Tous les atomes, y compris l'hydrogène !!!
- ⓐ Les doubles liaisons.
- ⓐ Les doublets non-liants
- ⓐ Les cases vacantes
- ⓐ Les charges formelles.



# A VOUS DE JOUER !

Représentez les molécules ci-dessous selon le modèle de LEWIS



Le dnl de l'atome  
d'azote s'associe  
avec un  $\text{H}^+$

( $\text{H}^+$  = perd un électron).

# Modèle de CRAM

CRAM nous permet une approche spatiale



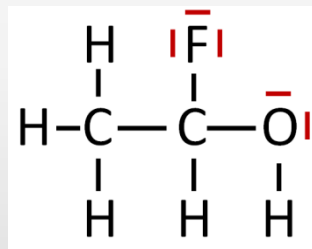
: en avant



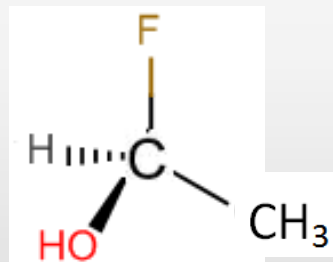
: en arrière



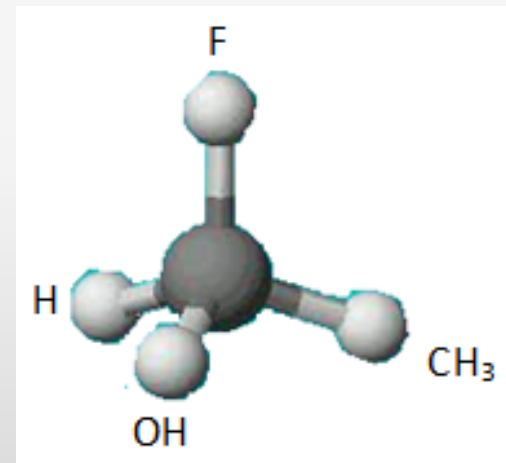
Les doublets non-liants et les cases vacantes ne sont pas représentés



LEWIS

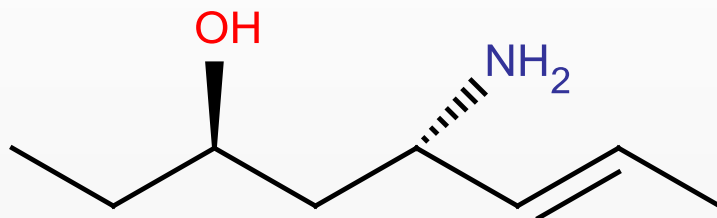


CRAM



- ✓ F et CH<sub>3</sub> : sont dans le plan
- ✓ OH : est en avant
- ✓ H : est en arrière

# Représentation Topologique



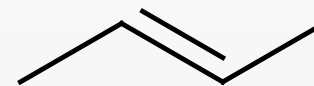
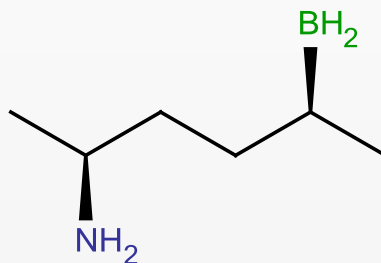
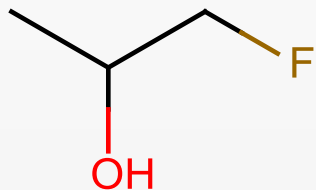
C'est magnifique !! ☺

On spécifie le minimum, c'est-à-dire :

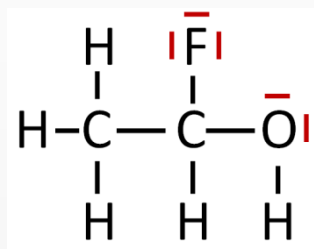
- Ⓢ Les carbones sont représentés par des changements de direction
- Ⓢ L'hydrogène n'est PAS représenté !!!!! (sauf sur hétéroatome)
- Ⓢ Les **hétéroatomes** et les **charges formelles** sont **spécifiés**.
- Ⓢ La configuration "en avant" et "en arrière" de Cram peut être spécifiée.
- Ⓢ Les **dnl** et les **cases vacantes** ne sont **pas spécifiés !!**

# A VOUS DE JOUER !

Donnez la formule brute (composition en atome) des molécules suivantes

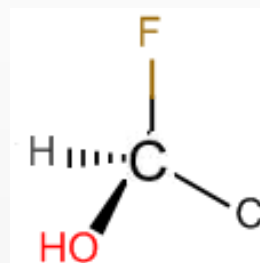


# En bref



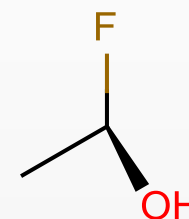
LEWIS

- dnl + case vacante
- charge formelle
- atome + hétéroatomes
- 2D



CRAM

- ~~dnl + case vacante~~
- 3D



Topologique

- ~~dnl + case vacante~~
- charge formelle
- ~~atome~~ + hétéroatomes
- 2D et/ou 3D

**LEWIS : on est dans l'EXPLICITE**  
**TOPOLOGIQUE : on est dans l'IMPLICITE**


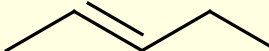

**Dessiner,  
c'est bien !**

**Savoir nommer,  
c'est mieux 😊 !**

22

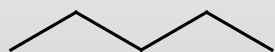
- Les hydrures parents
- Les fonctions chimiques
- La nomenclature IUPAC

# Les Hydrures Parents 1/2

Alcane	Liaison simple	
Alcène	Liaison double	
Alcyne	Liaison triple	

Mét-    Et-    Prop-    But-    Pent-    Hex-    Hept-    Oct-    Non-    Dec-  
1        2        3        4        5        6        7        8        9        10

**Exemple :**



C'est un alcane !


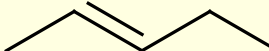

Combien y a-t-il  
de carbone ?

5 !



Il s'agit d'un  
pentane

# Les Hydrures Parents 2/2

Alcane	Liaison simple	
Alcène	Liaison double	
Alcyne	Liaison triple	

Méthane

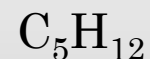
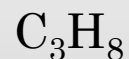
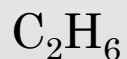
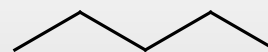
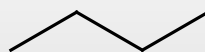
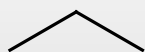
Ethane

Propane

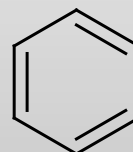
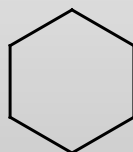
Butane

Pentane

ect ect ...



cyclohexane



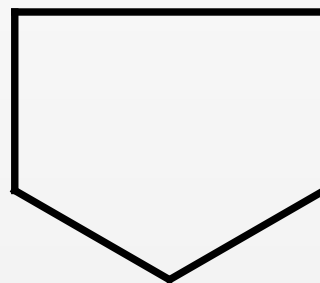
benzène

# A VOUS DE JOUER !



Aidez le Cetelem-blanc (désespéré)  
à nommer cette molécule !

PS : ce n'est pas "une maison à l'envers" :D

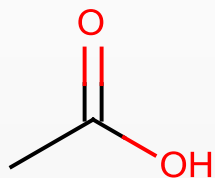


Il s'agit d'un **cycle**  
(car le dernier carbone rejoint le premier)  
composé de **5 atomes de carbones**

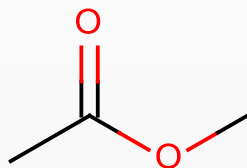
**CYCLOPENTANE !!**

# Les Fonctions 1/3

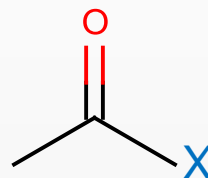
(classées par priorité décroissante !)



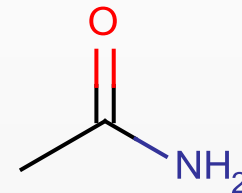
Acide carboxylique



Ester



Halogénure d'acyle



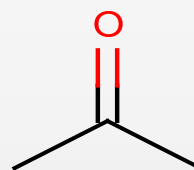
Amide



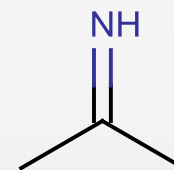
Nitrile



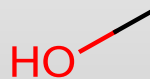
Aldéhyde



Cétone



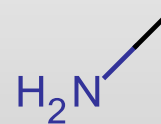
Imine



Alcool



Thiol



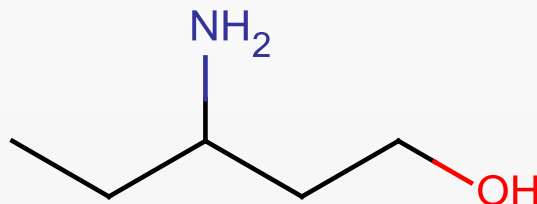
Amine

F/Cl/Br/I = halogènes  
NO<sub>2</sub> = nitré

# Les Fonctions 2/3

Essayons de nommer avec ce qu'on vient d'apprendre

Exemple :



- Raisonnement :
- 1) C'est un alcane (que des liaisons simples)
  - 2) La chaîne carbonée = 5 atomes de carbones
  - 3) Il y a une fonction alcool et une fonction amine

Tentative de résolution :

Pentane-alcool-amine  
~~Alcool-pentane-amine~~  
~~Amine-pentane-alcool~~



**MAIS QUELLE HOREUR !!!**  
**Utilisons des abréviations !!!**  
**Etablissons un ordre !!!**

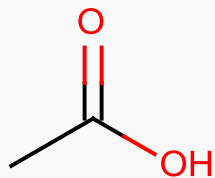


# Les Fonctions 3/3

(classées par priorité décroissante !)

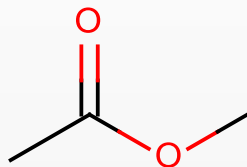
**Préfixe (Pr.)** = fonction(s) secondaire(s)

**Suffixe (Sx.)** = fonction principale



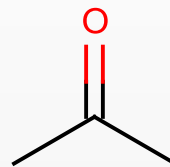
Acide carboxylique

**Sx.** : Acide ...-oïque



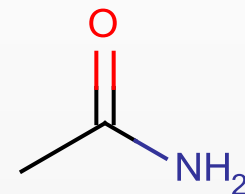
Ester

**Sx.** : -oate de R-yle



Halogénure d'acyle

**Sx.** : Halogénure d'oyle



Amide

**Sx.** : amide



Nitrile

**Sx.** : -nitrile

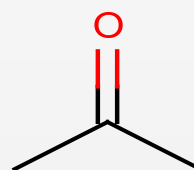
**Pr.** : Cyano-



Aldéhyde

**Sx.** : -al

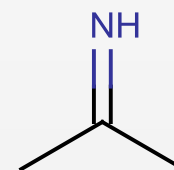
**Pr.** : Formyl-



Cétone

**Sx.** : -one

**Pr.** : Oxo-



Imine

**Sx.** : -imine

**Pr.** : Imino-



Alcool

**Sx.** : -ol

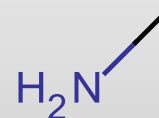
**Pr.** : Hydroxy-



Thiol

**Sx.** : -thiol

**Pr.** : Sulfanyl-



Amine

**Sx.** : -amine

**Pr.** : Amino-

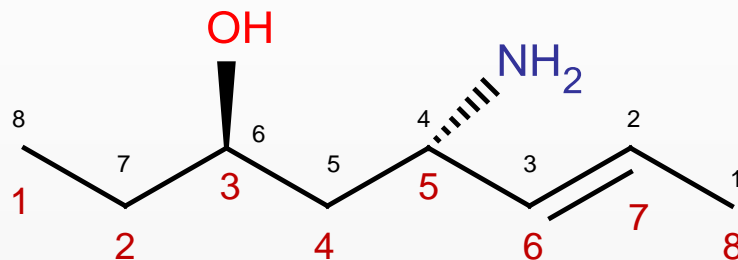
**Pr. seulement**  
Fluoro/Cloro/  
Bromo/Iodo/  
Nitro

# Nomenclature IUPAC

A présent, on a tous les outils, mais comment procéder ?

- 1.1) Identifier toutes les **fonctions** de la molécule.
- 1.2) En déterminer la fonction principale (suffixe) et les secondaires (préfixe)
  - 2.1) Identifier la chaîne carbonée la plus **INSATUREE** puis la plus **LONGUE** qui porte la fonction principale.
  - 2.2) Numérotez la chaîne de manière à ce que la fonction principale ait le plus **PETIT** numéro
  - 2.3) On place ce numéro avant le suffixe, entre 2 tirets.
- 3) Placer les **insaturations** entre l'hydrure parent et le suffixe + position
  - × Double liaison : **-èn**
  - × Triple liaison : **-yne**
- 4) Placer les **substituants** en préfixes **par ordre alphabétique** précédés de leur position et d'un tiret.

# TRAVAIL DIRIGÉ



1.1) On a une fonction alcool et une fonction amine

1.2) Alcool > Amine

Suffixe : -ol

Préfixe : Amino

2.1) On a un octane

2.2) En numérotant, l'alcool (fonction principale) a une position privilégiée en 3

→ oct-3-ol

3) On a une insaturation en position 6

→ oct-6-èn-3-ol

4) On a une amine en position 5

5-aminooct-6-èn-3-ol

# En bref

Préfixes

Hydrure Parent

Insaturations

Suffixe

Par ordre  
alphabétique

Fonctions  
secondaires

+ Méth-  
+ Eth-  
+ Prop-  
+ But-  
+ Pent-  
+ Hex-  
+ Hept-  
+ Oct-  
+ Non-  
+ Dec-

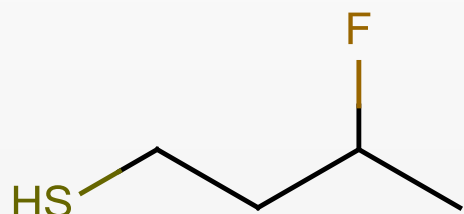
+ Alcanes  
+ Alcènes  
+ Alcynes

Fonction  
principale

Hydrure parent = chaîne la +  
insaturée puis la + longue

# A VOUS DE JOUER !

Nommez les molécules suivantes



Fluor = halogène

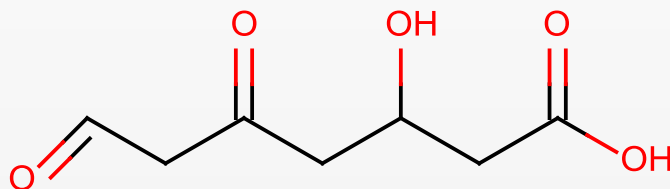


Fonction secondaire obligatoire !!

Fonction principale : thiol.

Butane

3-fluorobutane-1-thiol

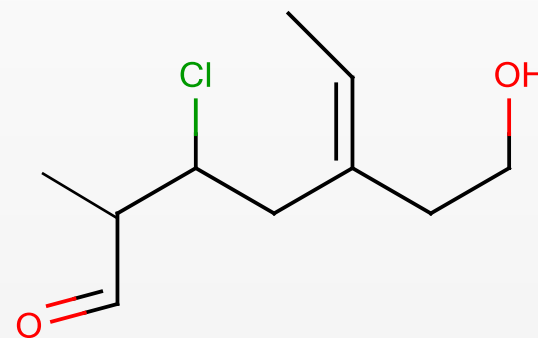


Acide carboxylique >  
Aldéhyde > Cétone > Alcool

Heptane

Acide 7-formyl-3-hydroxy-5-oxo-heptanoïque

Substituants en ordre alphabétique !!!



Aldéhyde > Alcool

Chlore = halogène !

Chaîne la + insaturée !!!

3-chloro-5-(2-hydroxyéthyl)-2-méthylhept-5-èneal

CH<sub>3</sub> = méthyle  
C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> = éthyle  
C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> = propyle .....

**Dessiner,  
nommer,  
c'est génial !!**

**Mais dans la nature,  
c'est plus compliqué**



- **Isomérisie de constitution**
- **Représentation de Newman**
- **Stéréo-isomérisie de conformation**
- **Stéréo-isomérisie de configuration**  
**Configuration absolue de Cahn, Ingold, Prelog**

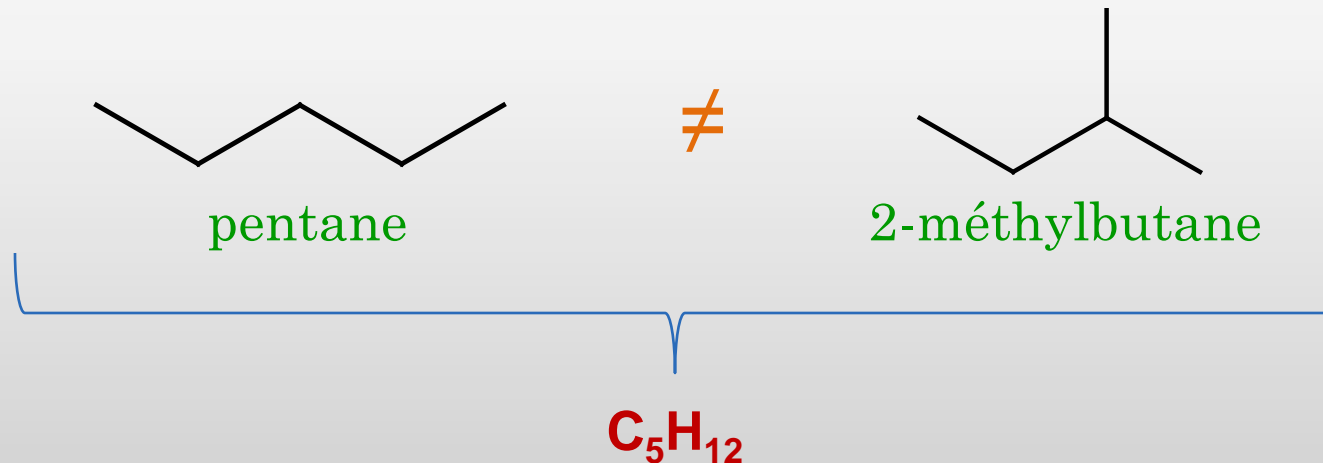
# ISOMÉRIE

On appelle isomère **2** molécules ayant

- une formule brute commune
- des formules développées distinctes.

⇔ composition en atomes identique, mais molécules différentes.

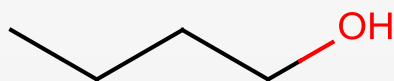
## EXEMPLE



# Isomérisie de constitution

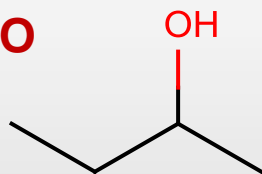
les atomes s'enchaînent différemment.

Isomère de position



butanol

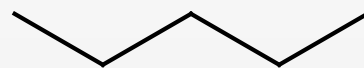
$C_4H_{10}O$



butan-2-ol

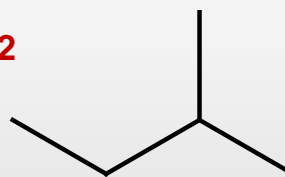
Position différente  
du groupe fonctionnel,  
sur la molécule

Isomère de chaîne



pentane

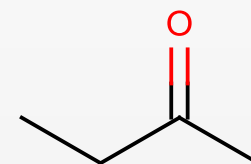
$C_5H_{12}$



2-méthylbutane

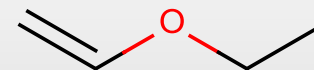
Enchaînement différent  
des atomes de carbones

Isomère de fonction



butan-2-one

$C_4H_8O$

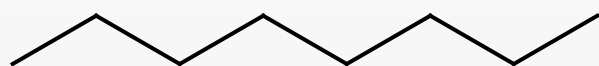


Fonction éther

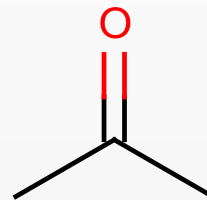
Fonctions  
différentes

# A VOUS DE JOUER !

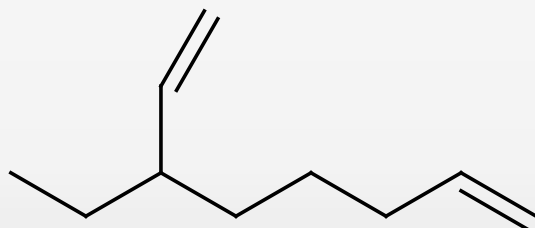
Dire si les molécules ci-dessous sont des isomères. Si oui, précisez.



octane



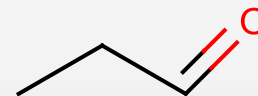
propan-2-one



3-éthyl-oct-1,7-diène



≠



propanal

=

Formules brutes différentes



Il ne s'agit pas d'isomère

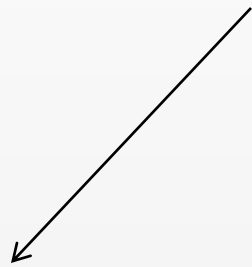
Formules brutes identiques  
Formules développées différentes



Ce sont des **isomères de fonctions**

# Stéréo-isomérisie

même composition, même enchaînement  
mais pas même représentation spatiale.



Stéréo-isomérisie  
de conformation

La structure de la molécule  
peut varier par rotation  
autour d'une liaison **simple** C-C



Il s'agit donc de **la même molécule**



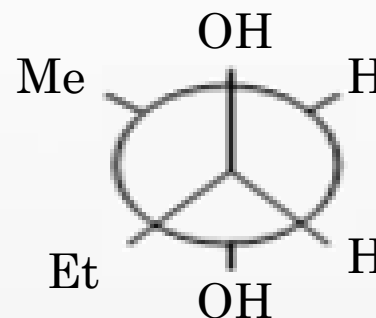
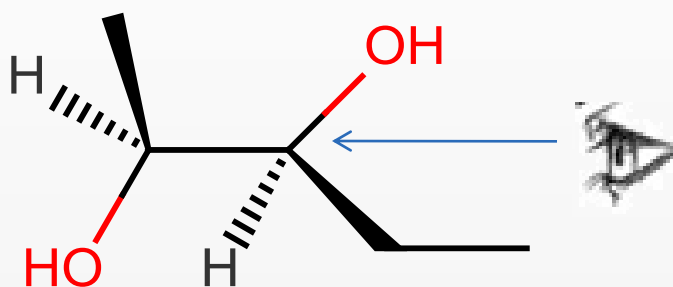
Stéréo-isomérisie  
de configuration

Le passage d'une structure à  
l'autre de la molécule nécessite  
la rupture d'une liaison



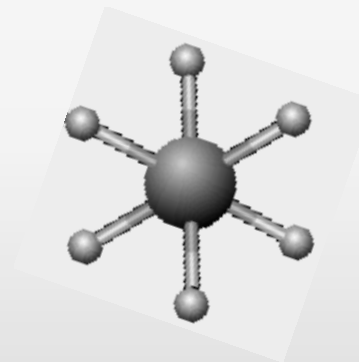
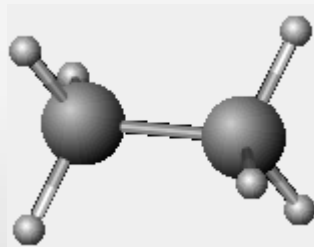
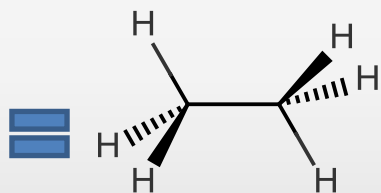
Il s'agit donc de **2 molécules ≠**

# Représentation de NEWMAN



## EXEMPLE

éthane  
 $C_2H_6$

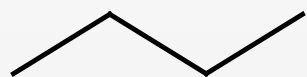


Le POINT représente le carbone que l'œil VOIT.  
Le CERCLE représente le carbone CACHE !

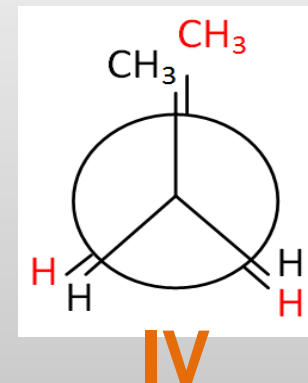
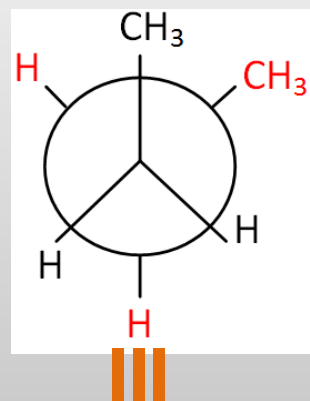
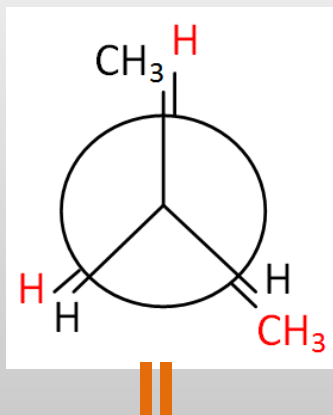
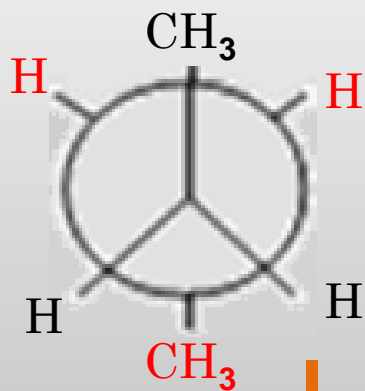
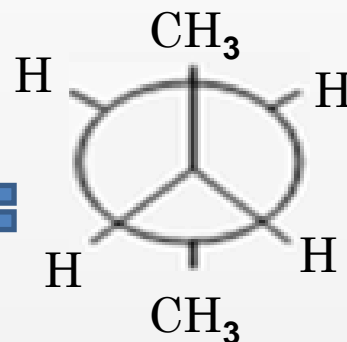
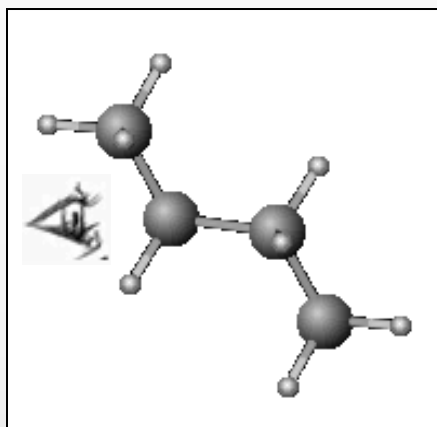
# Stéréo-isomérisie de conformation 1/3

Rappel :

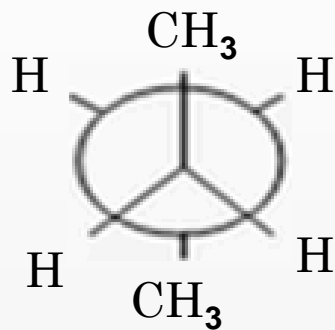
La structure de la molécule  
peut varier par rotation  
autour d'une liaison **simple** C-C



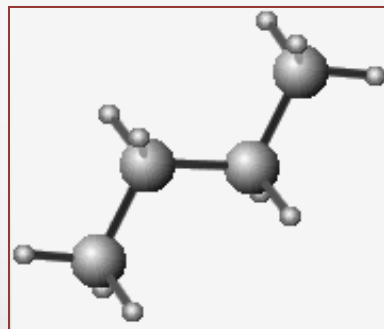
butane



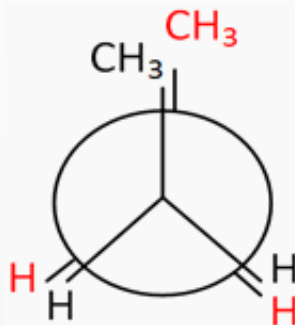
# Stéréo-isomérie de conformation 2/3



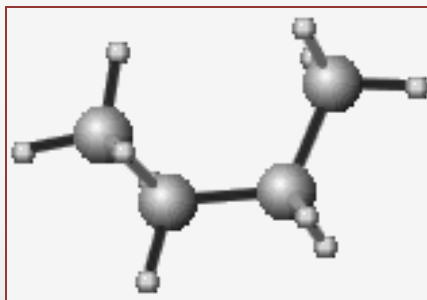
I



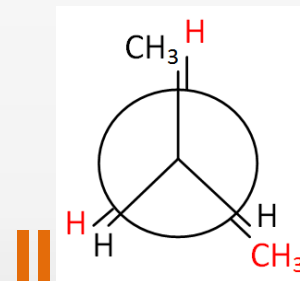
- I : conformère anti
- II : conformation éclipsée
- III : conformère décalé gauche
- IV : conformation syn



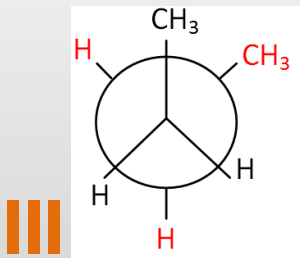
IV



II, III et IV sont obtenus par rotation de I.

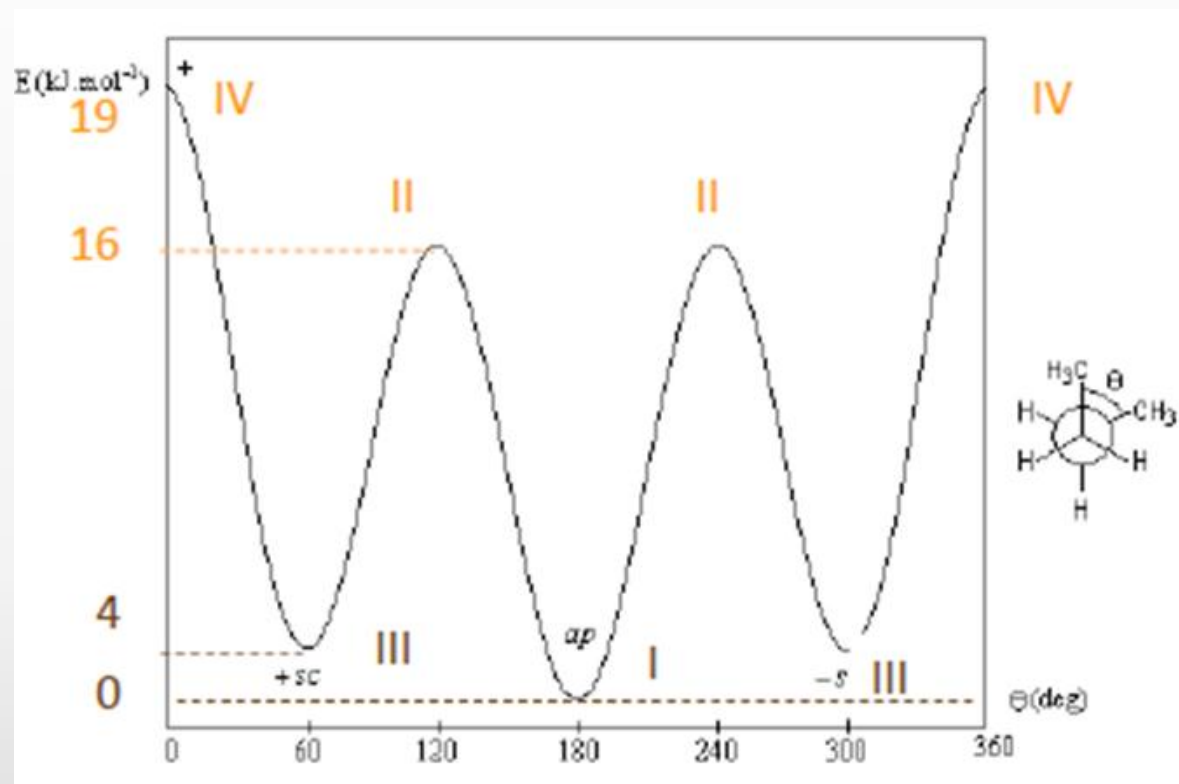


II



III

# Stéréo-isomérie de conformation 3/3



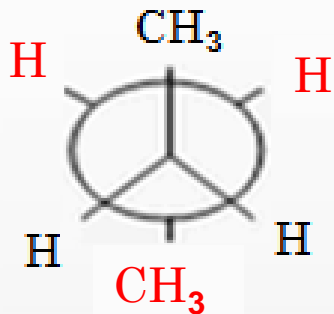
Plus c'est bas en énergie,  
plus c'est stable.

On appelle un composé  
"bas en énergie"  
un conformère

Qu'est-ce qui altère la stabilité en tournant ?

PLUS les groupes fonctionnels principaux sont éloignés  
MOINS il y a des interactions entre eux  
PLUS l'édifice moléculaire est stable

# En bref



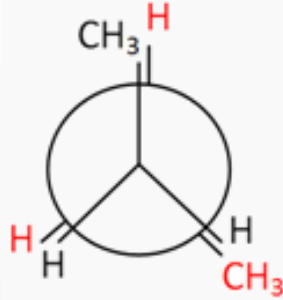
I : conformère anti

Chaque groupement est espacé des autres.

Les groupements principaux sont éloignés de  $180^\circ$



Interactions ----  
Stabilité ++++

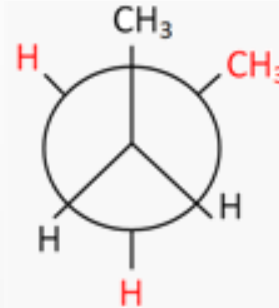


II : conformation éclipsée

Les groupements rentrent en contact avec les autres



Interactions ++  
Stabilité --



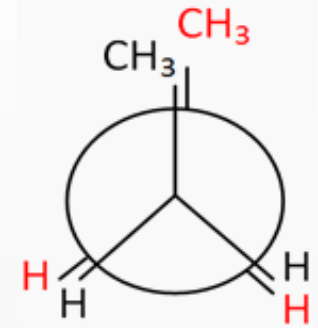
III : conformère décalé gauche

Les groupements sont espacés des autres.

Les groupements principaux sont éloignés de  $60^\circ$



Interactions --  
Stabilité ++



IV : conformation syn

Les groupements principaux sont au contact !!



Interactions ++++  
Stabilité ----

# Stéréo-isométrie de configuration 1/2

**Rappel :** Le passage d'une structure à l'autre de la molécule nécessite la rupture d'une liaison

## EXEMPLE

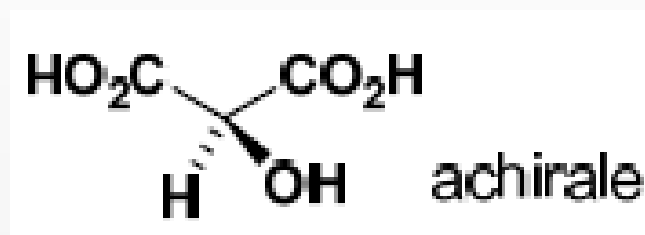
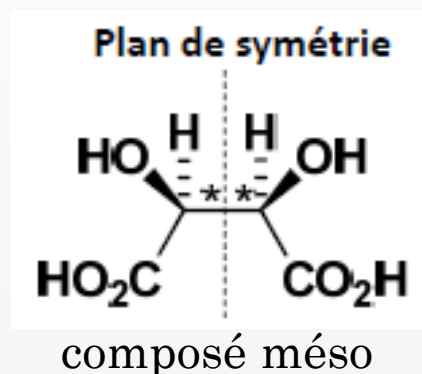
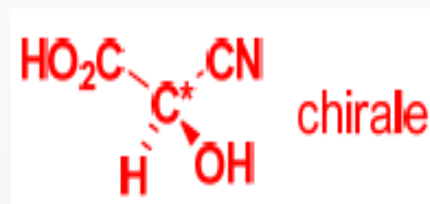


- Tout objet non superposable à son image spéculaire (via un miroir) est dit **CHIRAL** !
- Si la molécule présente un **axe** ou un **centre de symétrie**, elle est dite : **ACHIRALE** !

♥ Les 2 images d'une molécule chirale sont dites énantiomères ♥

Un **mélange équimolaire** des 2 énantiomères est un mélange racémique

# Stéréo-isomérisie de configuration 2/2



Carbone asymétrique = carbone relié à 4 éléments ≠

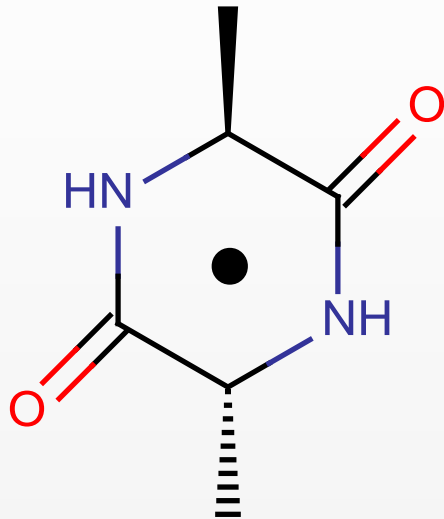
**Une molécule possédant 1 seul  
carbone asymétrique : CHIRALE !!**

Une molécule possédant plusieurs carbones  
asymétriques : peut être achirale !



Composé méso

# TRAVAIL DIRIGÉ



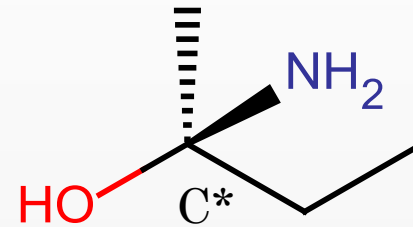
Il existe un centre de symétrie



Molécule **achirale** !

La structure moléculaire peut varier par **rotation** autour d'une liaison **simple C-C**

**Stéréo de conformation !**



Il y a un unique carbone asymétrique



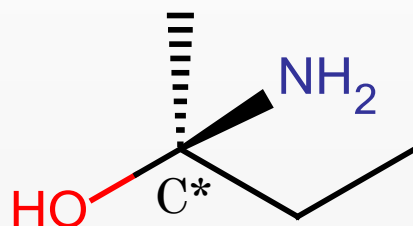
Molécule **chirale** !

Présence de 2 **énantiomères**.

**Mais comment les distinguer ?**

# Configuration absolue : CIP 1/2

Détermine de quel énantiomère il s'agit !!



## Règle n°1

On classe les atomes de rang 1 ( $\Leftrightarrow$  liés directement au carbone central).

La priorité augmente avec le numéro atomique Z

O > N > C

C1 > C2

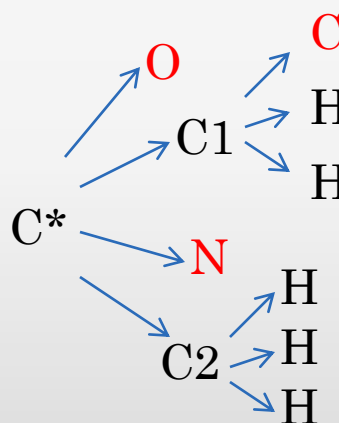


Z(O) = 8

Z(N) = 7

Z(C) = 6

Z(H) = 1



## Règle n°2

Si les atomes de rang 1 sont identiques, on va au rang 2 et on continue jusqu'à trouver une différence de priorité

## Règle n°3

Il suffit d'un atome prioritaire pour que le groupement soit prioritaire.

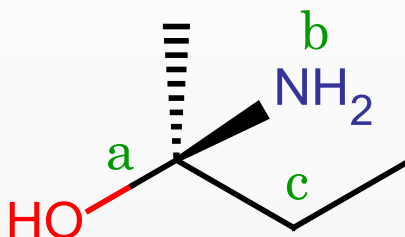
**Il n'y a pas d'addition des Z !**

## Règle n°4

**Double liaison > simple**

# Configuration absolue : CIP 2/2

a = O  
b = N  
c = C1  
d = C2



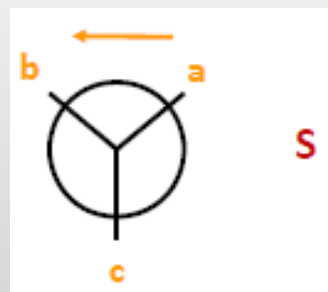
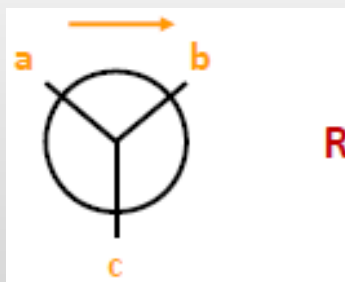
Nous avons  
l'énantiomère  
**R** !!

Le groupement d doit  
toujours être en arrière !!

Si a – b – c tourne dans le sens direct : R

Si a – b – c tourne dans le sens indirect : S

Sens direct = sens des  
aiguilles d'une montre

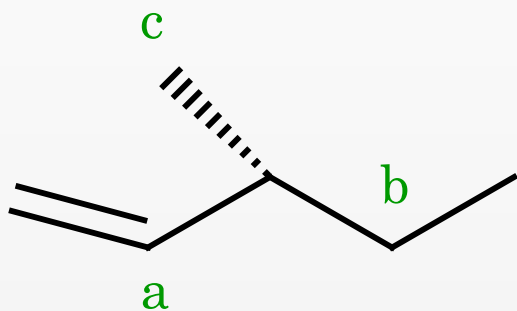


Si le groupement d est en avant :  
on inverse le résultat obtenu

Si le groupement d est dans le  
plan : on fait une rotation

# A VOUS DE JOUER !

Donnez les configurations CIP des molécules ci-dessous

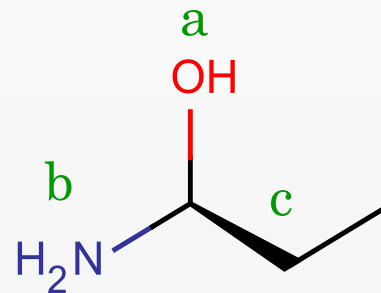


On a 1 C\* → molécule chirale

- a) Ethyle avec double liaison
- b) Ethyle avec simple liaison
- c) Methyle
- d) Hydrogène

On tourne dans le sens indirect → S

Mais le groupement d) est en avant → on inverse → **R !!!**



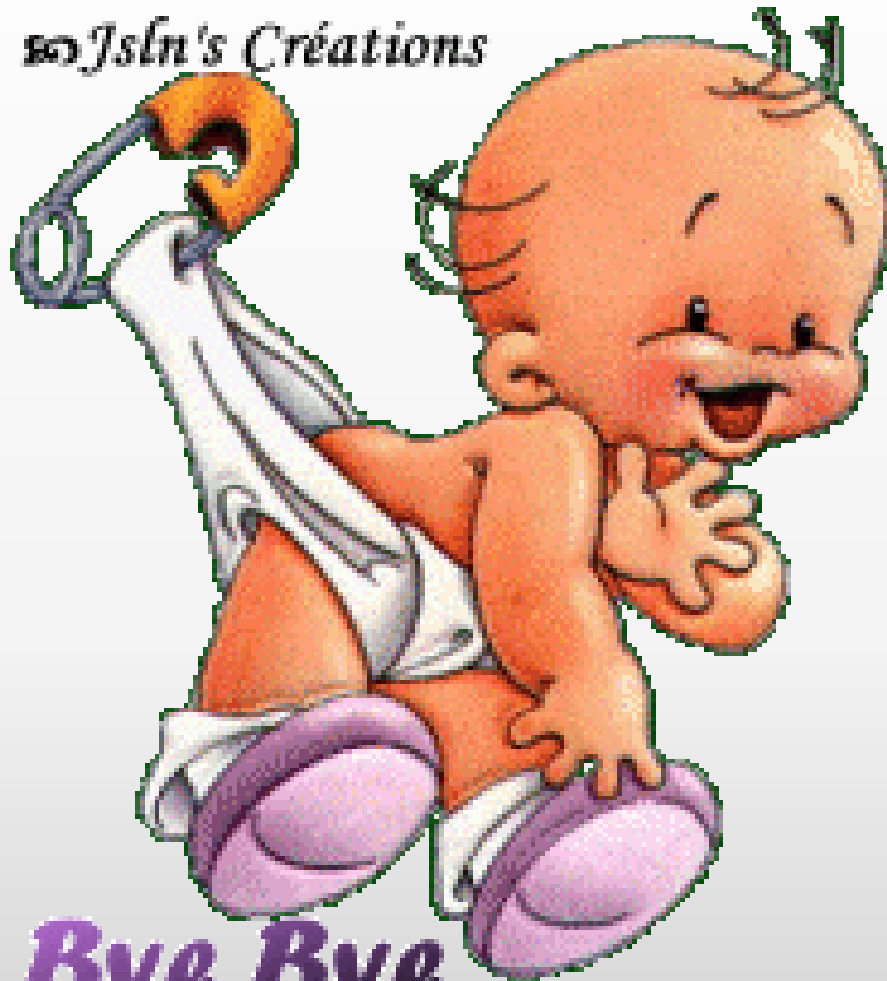
On a 1 C\* → molécule chirale

- a) Alcool
- b) Amine
- c) Ethyle
- d) Hydrogène

Le groupement d) est en arrière

On tourne dans le sens indirect → **S**

*Islin's Créations*



**Bye Bye**

C'était un  
grand  
plaisir de  
faire cours  
avec vous !!

En espérant  
que ce cours  
vous a plu !!

Bon courage

