

## CHAPITRE I : STRUCTURES ET FORMULES DES MOLECULES ORGANIQUES

### I. 1. Ecriture des molécules organiques

Les molécules organiques peuvent être représentées de différentes façons plus ou moins détaillées. On distingue quatre façons pour écrire les formules: formule brute, formule développée plane, formule semi-développée et formule simplifiée.

#### I.1.1. Formule brute

A tout composé organique correspond une formule brute.

- Si le composé est constitué de 3 atomes C, H et O la formule brute est  $C_xH_yO_z$
- Si est constitué de 2 atomes C et H, la formule est  $C_xH_y$ .

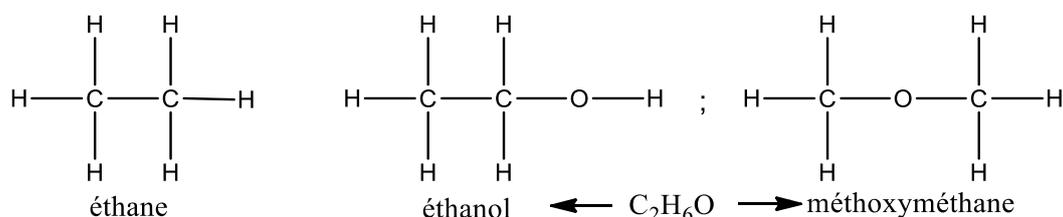
La formule brute d'une molécule indique simplement la nature et le nombre des différents atomes présents, sans indiquer l'enchaînement de ces atomes dans la molécule

Exemples :  $C_2H_6$  (éthane) ;  $C_2H_6O$  (éthanol ou méthoxyméthane)

#### I.1.2. Formule développée (formules de lewis)

La formule développée plane permet de distinguer les isomères. Elle fait apparaître toute les liaisons formant la molécule considérée.

Exemples :



Les formules développées planes représentent l'ordre d'arrangement de ces atomes dans une molécule, mais non pas leur orientation réelle dans l'espace.

#### I.1.3. Formule semi-développée

Dans cette écriture, on fait apparaître que les liaisons entre les atomes de carbone et atomes autres que l'hydrogène, c'est-à-dire on élimine les liaisons C-H, N-H et O-H.

Exemples:



Si en plus, on élimine les liaisons C-C, C-N, C-O ... ces formules deviennent des formules compactes.

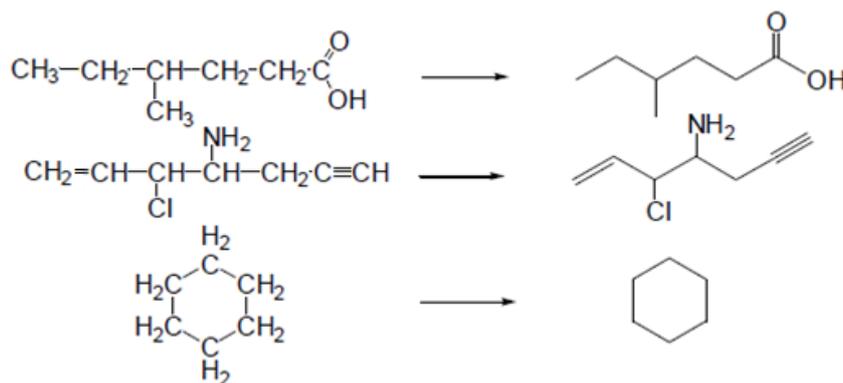
Exemples:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  ;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  ;  $\text{CH}_3\text{NHOH}$

Donne la plupart de temps on utilise les formules *semi-développées*.

### I.1.4. Formule topologique

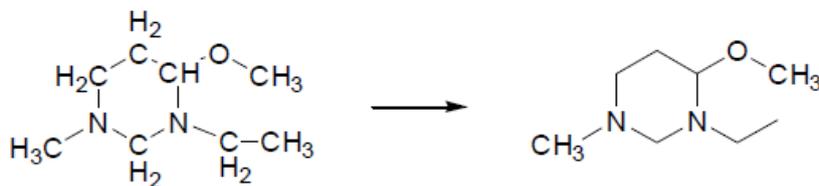
Pour simplifier l'écriture d'une formule développée on peut représenter la chaîne carbonée principale et en faisant disparaître les atomes de C, H et les liaisons C-H.

Exemples:



NB. Si un seul atome de carbone est lié à l'hétéroatome, il sera représenté.

Exemple:

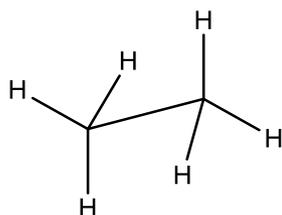


## I.2. Représentation plane des structures spatiales

Plusieurs types de représentations sont utilisés pour dessiner les molécules tridimensionnelles dans le plan de la feuille, on distingue : la représentation perspective, la représentation projective de Cram, la représentation de Newman et la projection de Fischer.

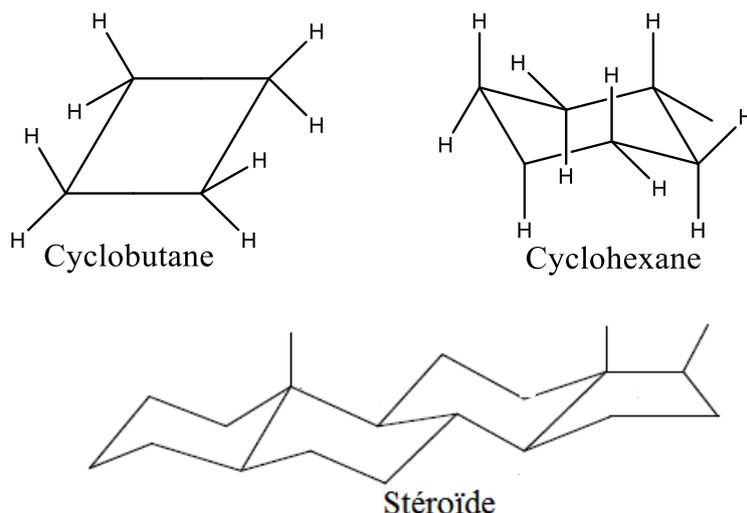
### I 2. 1. Représentation perspective (cavalière)

La molécule d'éthane de formule semi-développée  $\text{CH}_3\text{—CH}_3$  est représentée en perspective comme suit :



La liaison C-C est vue en perspective

Cette représentation est très utile pour les molécules cycliques :



### I. 2.2. Représentation projective (de Cram) :

La représentation de Cram permet de spécifier la géométrie d'une molécule en faisant apparaître les liaisons en perspective.

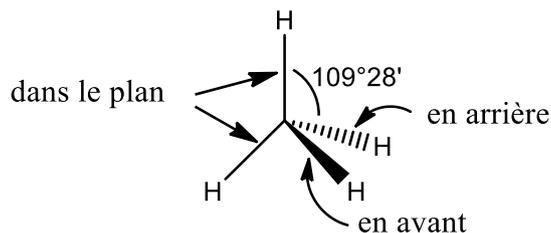
La représentation selon Cram repose sur les conditions suivantes :

- ✓ Trait plein ——— : Représente une liaison située dans le plan du papier.
- ✓ Triangle hachuré  $\cdot \text{|||}$  : Représente une liaison orientée en arrière de ce plan.
- ✓ Triangle plein  $\blacktriangleleft$  (ou  $\triangleleft$ ) : Représente une liaison orientée en avant de ce plan.

#### a) Représentation des molécules acycliques

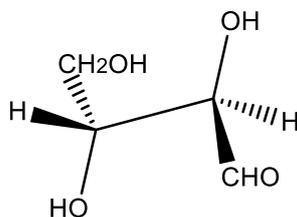
- Molécule contenant un carbone  $sp^3$  :

Exemple : le méthane  $\text{CH}_4$



- Molécule contenant deux carbones  $sp^3$  :

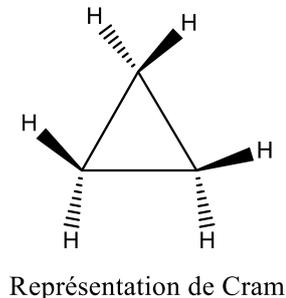
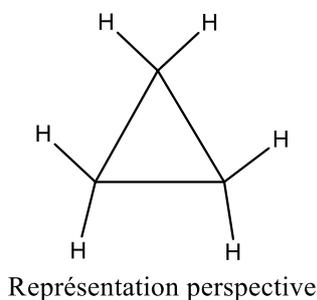
Exemple : le sucre  $\text{HOCH}_2\text{-CH(OH)-CH(OH)-CHO}$



## b) Représentation des molécules cycliques

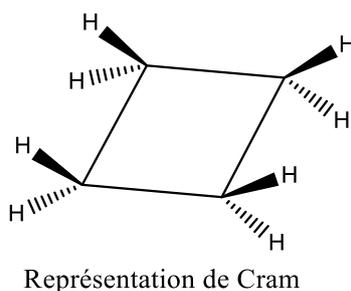
### - Cas de Cyclopropane

Le cyclopropane est nécessairement plan et les angles de liaison sont de  $60^\circ$  ( $\ll 109^\circ 28'$  d'un carbone  $sp^3$ ), d'où une forte tension du cycle. Donc, le cycle est instable et s'ouvre facilement.



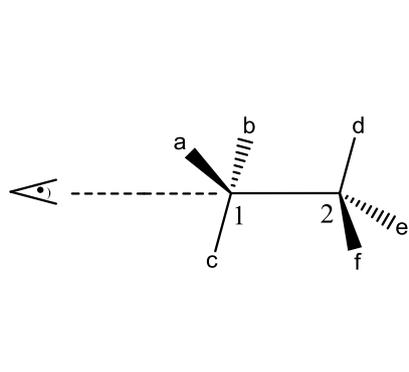
### - Cas de Cyclobutane

Le cyclobutane est plus stable que celle du cyclopropane car la tension du cycle est plus faible ( $\alpha = 90^\circ$ ).

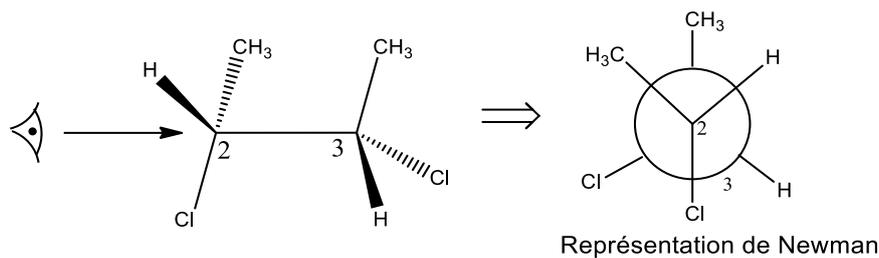
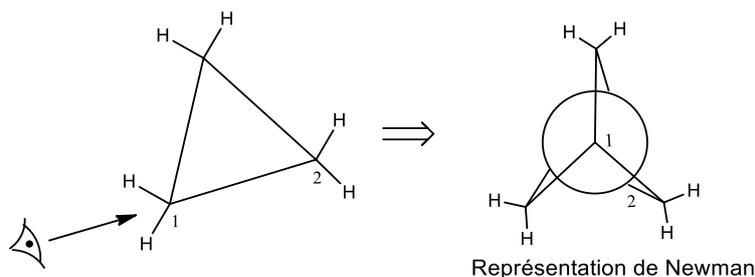


### I.2.3. Représentation de Newman :

Dans la représentation de Newman, la molécule est regardée dans l'axe d'une liaison simple C-C entre deux atomes de carbone voisins. Les liaisons issues des deux atomes sont projetées sur un plan perpendiculaire à l'axe de la liaison étudiée :

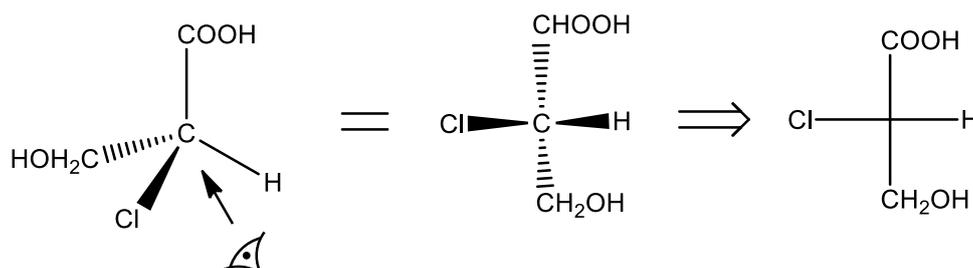
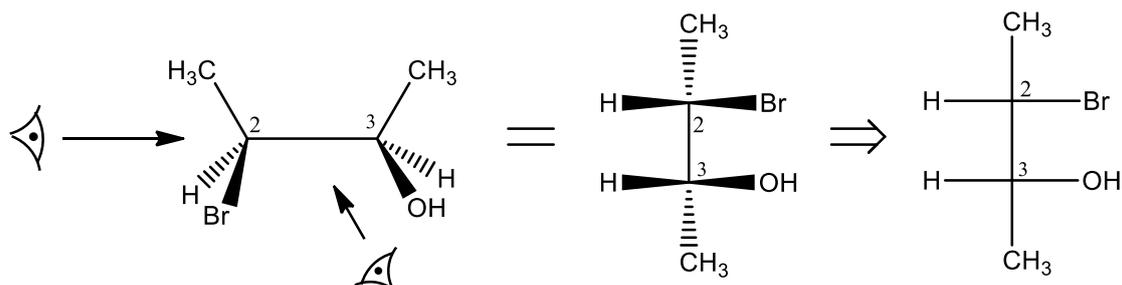


La liaison  $C_1-C_2$  est perpendiculaire au plan P  
 Le carbone  $C_1$  se représente par un point  
 Le carbone  $C_2$  se représente par un cercle

Exemple 1: 2,3-dichlorobutaneExemple 2: Cyclopropane**I.2.4. Représentation (ou projection) de Fischer :**

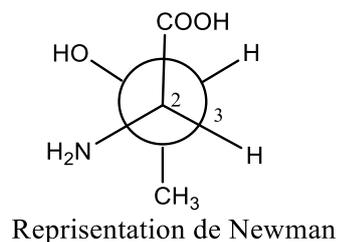
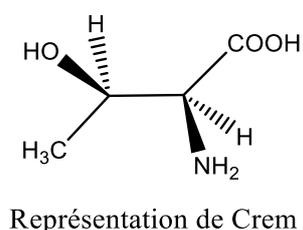
En projection de Fischer, l'observateur doit alors se positionner au-dessus de la molécule de sorte que :

- un trait vertical correspond à une liaison dans le plan ou vers l'arrière.
- un trait horizontal correspond à une liaison en avant du plan.
- on représente la chaîne la plus longue verticalement, et la fonction la plus oxydée placée en haut de la chaîne.

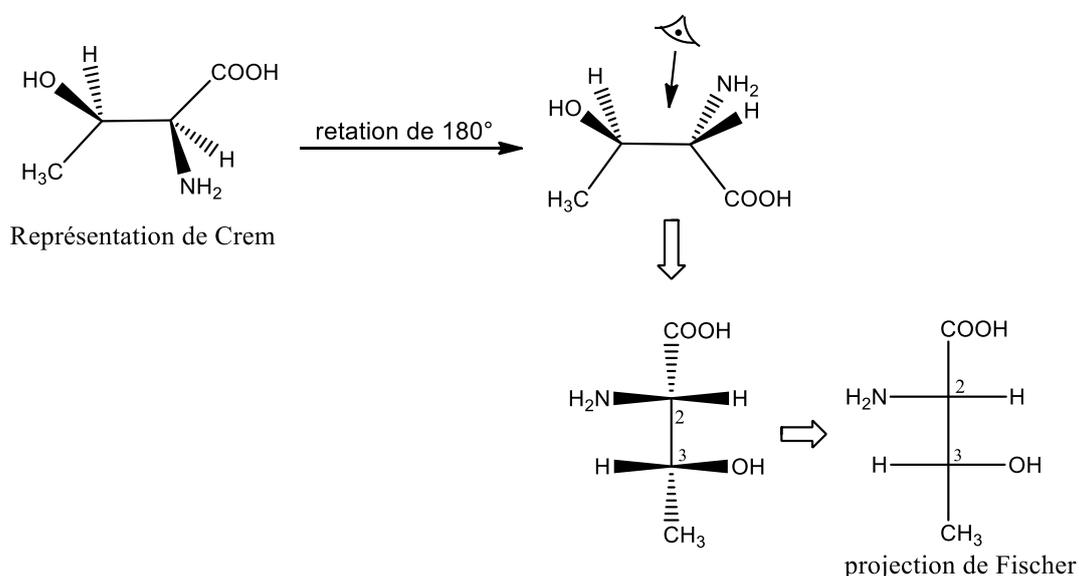
Exemple 1:Exemple 2: Cas de deux atomes adjacents.

• Comment peut-on passer d'une représentation à l'autre ?

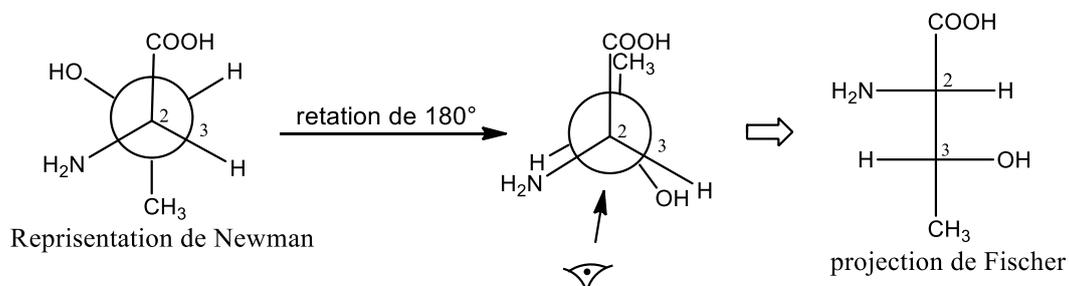
On considère la molécule d'acide aminé selon la représentation de Cram et de Newman :



Pour passer de la représentation en Cram à la projection de Fischer, on doit dans un premier temps effectuer une rotation de  $180^\circ$  autour de la liaison  $C_2-C_3$ .



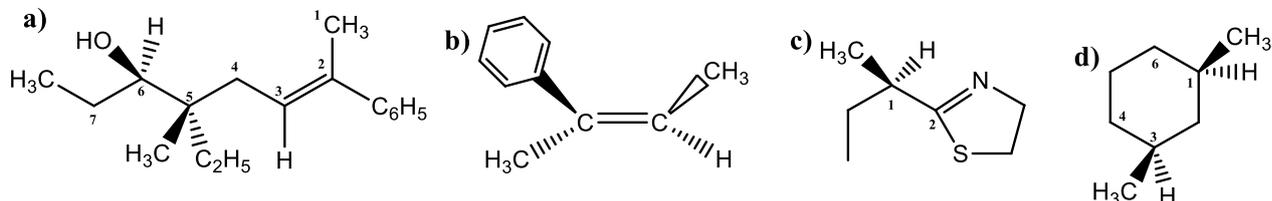
Enfin, pour passer de la projection de Newman à celle de Fischer, il faut également réaliser une rotation de  $180^\circ$  du carbone arrière, de façon à obtenir une forme éclipsée. L'observateur doit alors se placer en dessous et regarder vers la fonction la plus oxydée, à savoir dans la thréonine vers la fonction  $-COOH$  :



## EXERCICES

## Exercice 1

Les molécules organiques ci-après sont représentées selon Cram :

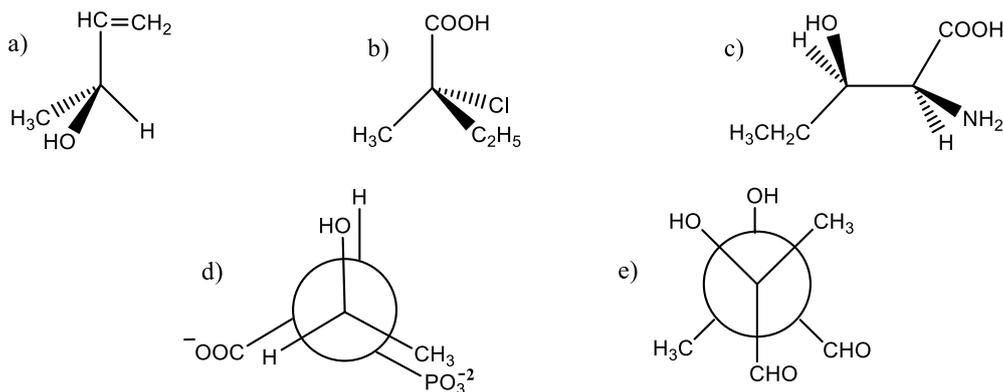


Représenter ces molécules selon Newman, comme indiqué ci-après :

a) Selon la liaison C<sup>5</sup>- C<sup>6</sup>; b) selon la double liaison C=C ; c) selon la liaison C<sup>1</sup>- C<sup>2</sup>; d) selon la liaison C<sup>1</sup>- C<sup>6</sup> et C<sup>3</sup>- C<sup>4</sup>.

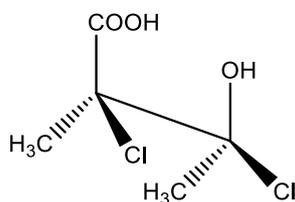
## Exercice 2

Donner les représentations selon Fischer des molécules organiques ci-après

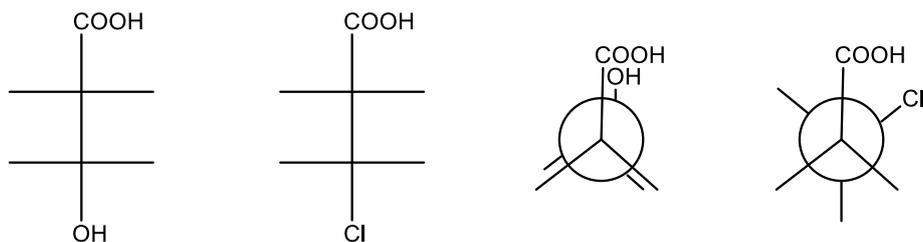


## Exercice 3

On donne la représentation suivante :



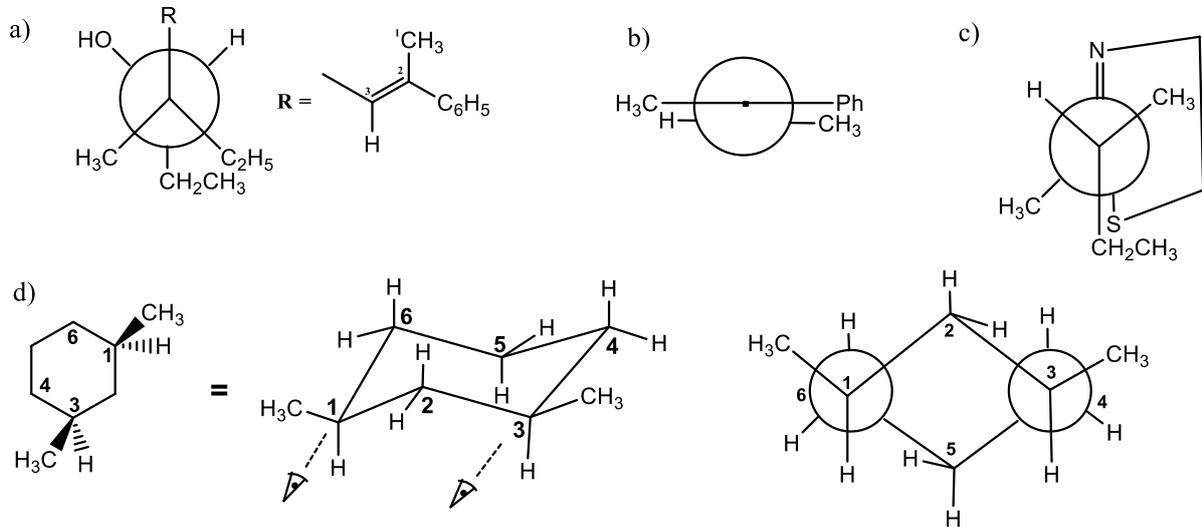
Compléter les représentations de Fischer et de Newman ci-dessous :



**Corrigés**

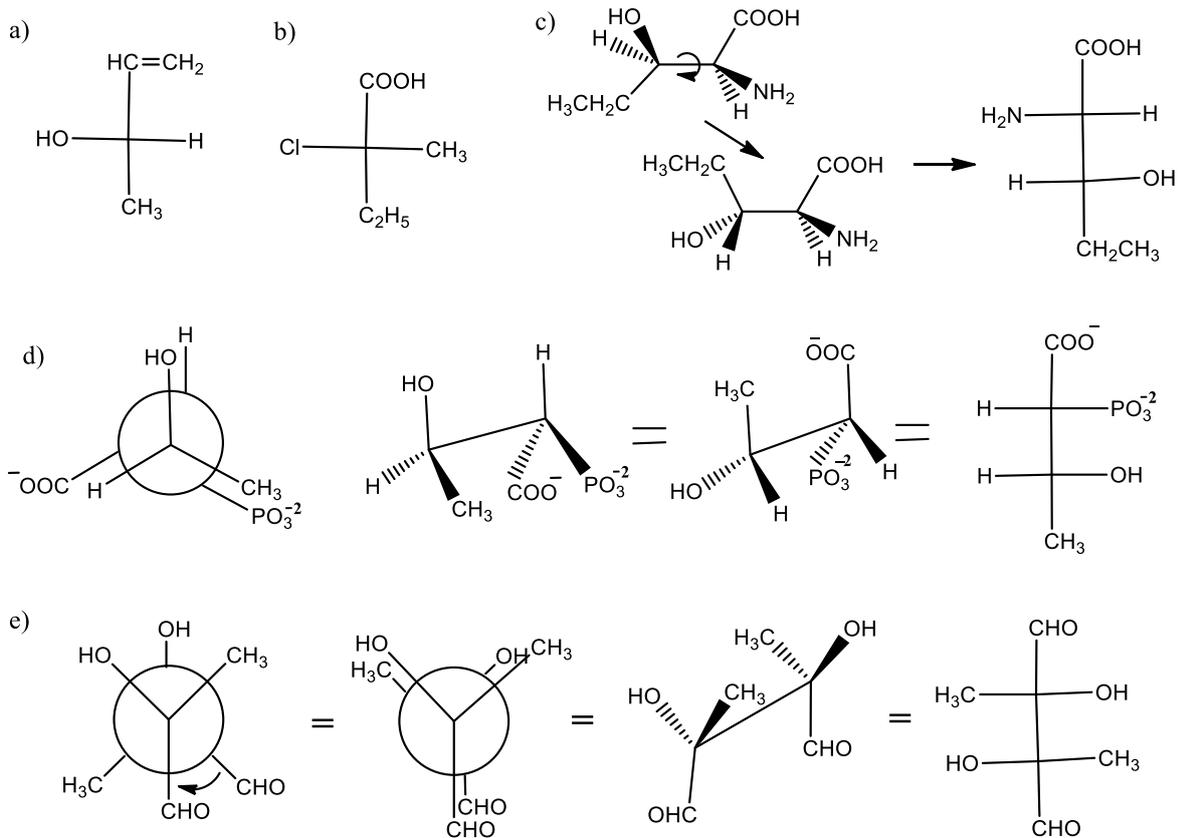
**Exercice 1**

Représentation ces molécules selon Newman:



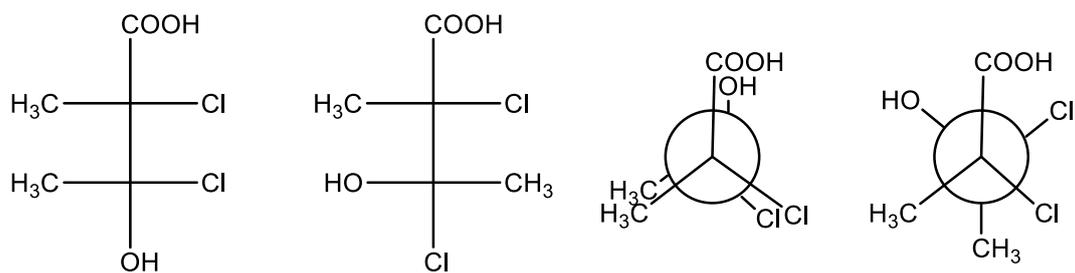
**Exercice 2**

Les représentations selon Fischer des molécules organique



**Exercice 3**

Les représentations de Fischer et de Newman:



## CHAPITRE II : ISOMERIES PLANE

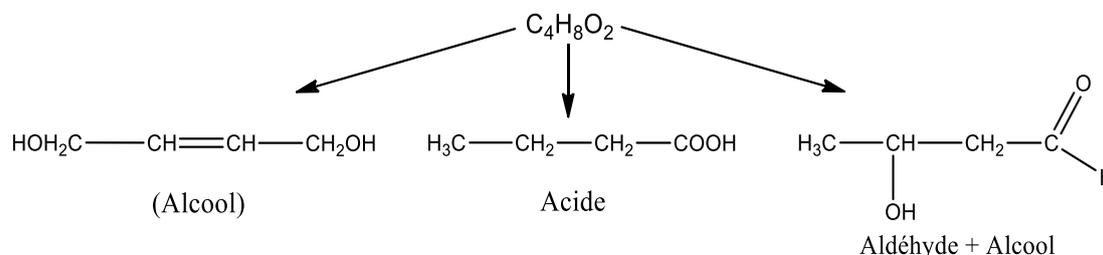
Les isomères sont des composés qui possèdent la *même formule brute* mais la *formule développée est différente*. On dit qu'entre ces composés il y a une relation d'isomérisation. Des substances isomères n'ont pas les mêmes propriétés physico-chimiques. On distingue deux sortes d'isomérisation plane : 1) isomérisation de constitution, 2) isomérisation tautomérique :

### II.1. Isomérisation de constitution

#### II.1.1 Isomérisation de fonction :

Les isomères de fonction possèdent la même formule brute mais le groupe fonctionnel est différent.

Exemple :



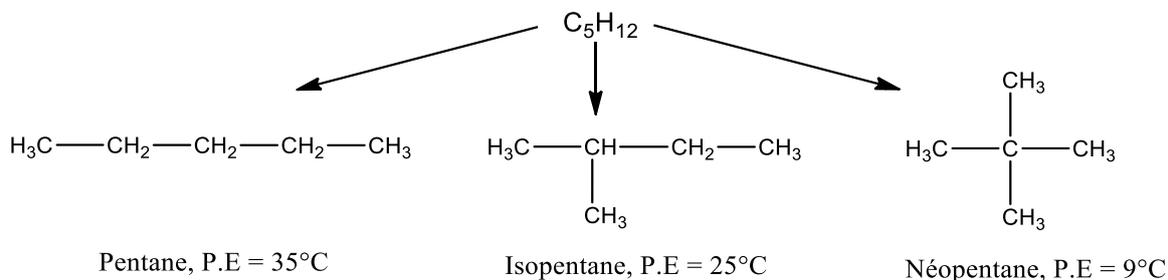
Pour la formule brute  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  on trouve 3 isomères

#### II.1.2. Isomérisation de squelette :

Les isomères de squelette (ou de chaîne) possèdent la même formule brute mais l'enchaînement des atomes de carbone est différent.

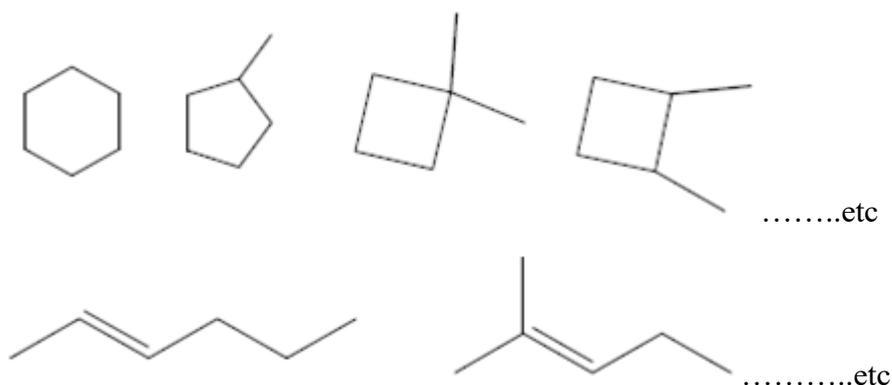
Leurs propriétés chimiques sont habituellement voisines, mais leurs propriétés physiques sont différentes (température d'ébullition, densité, ...).

Exemple 1:  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  (hydrocarbures saturés)



Remarque : Il faut mentionner que l'isomère qui possède la structure la plus ramifiée aura le point d'ébullition le plus bas.

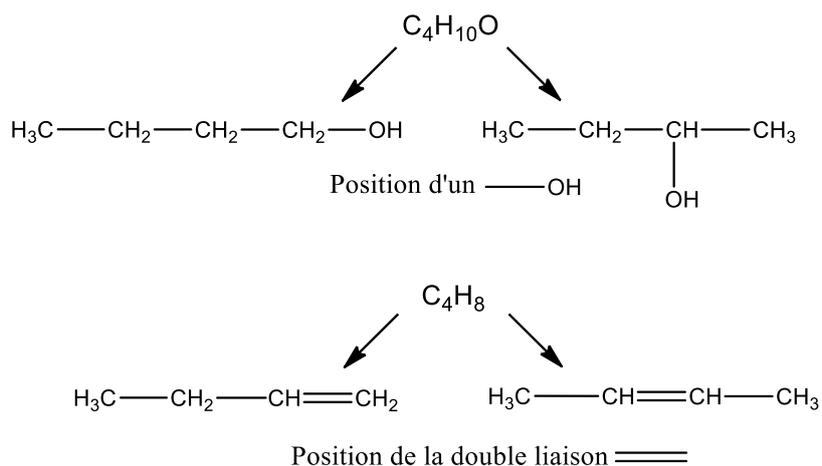
Exemple 2:  $C_6H_{12}$ , I = 1 (une double liaison ou un cycle)



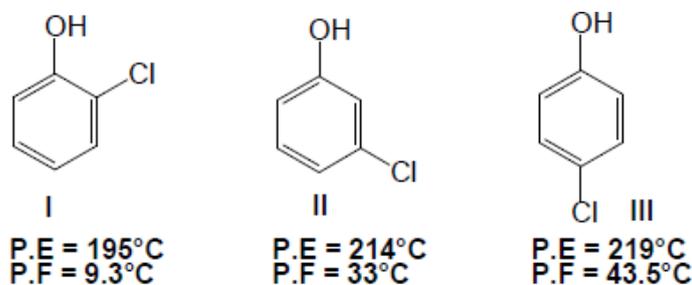
### II.1.3. Isomérisie de position :

Ils ont la même formule brute, ils appartiennent à la même fonction, mais le groupement fonctionnel ou la liaison multiple carbone-carbone occupe des positions différentes sur la chaîne carbonée.

Exemple 1:



Exemple 2:  $C_6H_5ClO$ , I=4 (molécule aromatique).



Les composés aromatiques I, II et III sont 3 isomères de position.

➤ **Notion de liaison hydrogène (L.H)**

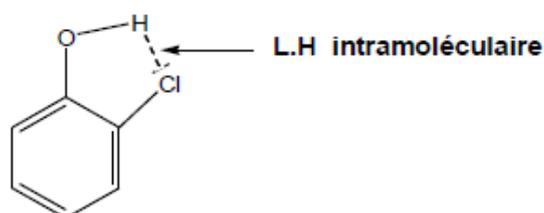
C'est une liaison de faible énergie, elle se réalise entre un atome d'hydrogène légèrement acide et un atome électronégatif possédant au moins un doublet libre tels que les halogènes (F, Cl, Br, I) et les hétéroatomes (N, O, S).

La liaison hydrogène peut être *intramoléculaire* ou *intermoléculaire*, elle est représentée par des pointillés.

a) Liaison hydrogène intramoléculaire

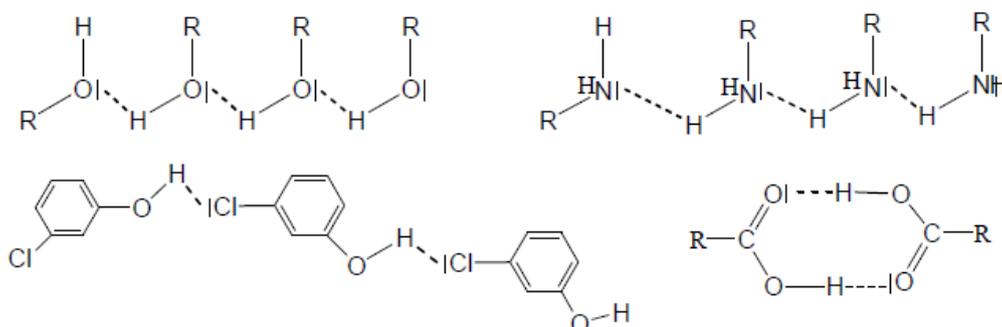
**Elle s'établit dans la même molécule.** Elle se forme toujours pour créer un cycle à cinq ou à six chaînons (cycle stable).

Exemple :



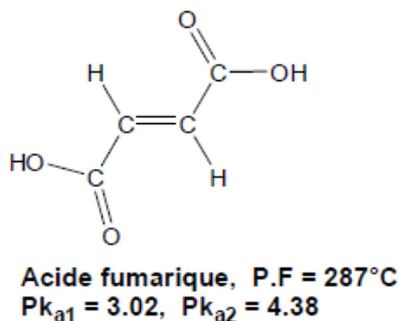
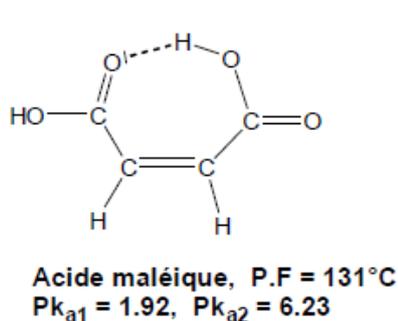
b) Liaison hydrogène intermoléculaire

**Elle s'établit entre deux molécules.**



La liaison hydrogène peut avoir une influence importante sur les propriétés physiques et chimiques des composés. Elle peut avoir des effets sur les points de fusion, d'ébullition, la solubilité, la conformation et l'acidité des molécules.

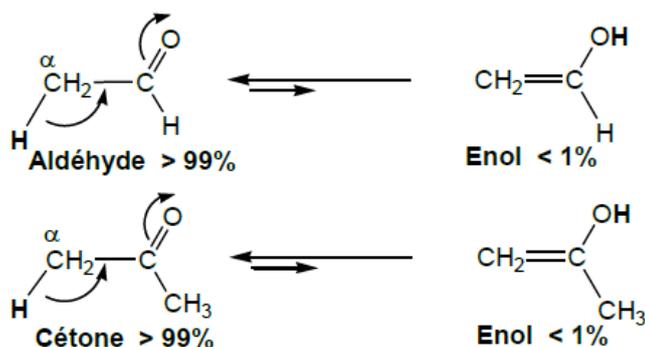
Exemple :



## II.2. Isomérisation tautomérique :

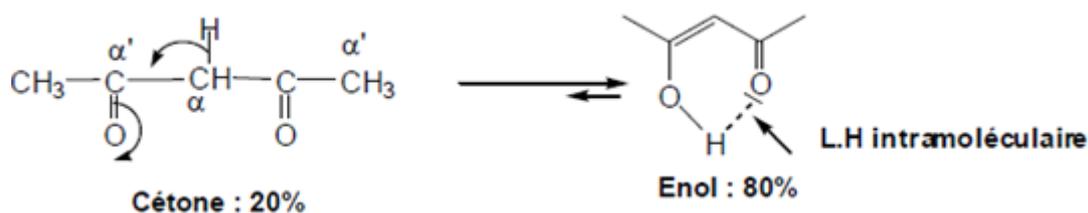
La tautomérie est la relation qui existe entre 2 isomères de constitution pouvant se transformer réversiblement l'un en l'autre. Ces isomères possèdent un hydrogène labile, porté par le carbone ou l'azote en position  $\alpha$  par rapport au groupement carbonyle ( $C=O$ ) ou imine ( $CH=NH$ ) qui migre sur un hétéroatome appartenant à la même molécule.

### II.2.1. Tautomérie Aldéhyde-énolique et Céto-énolique :



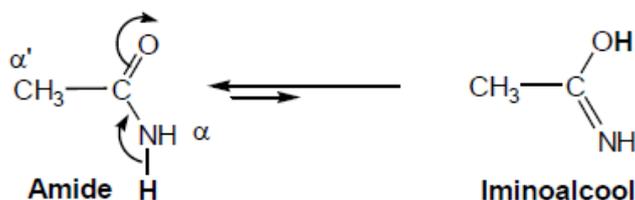
La tautomérie est donc l'équilibre entre les deux formes tautomères aldéhyde et son énol.

**Remarque :** Cas particulier

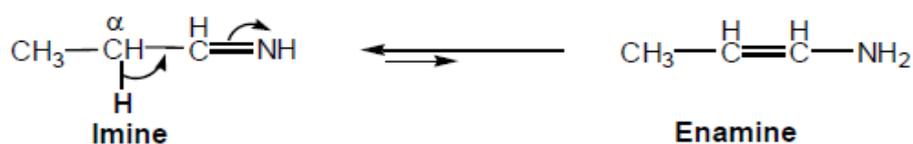


Dans ce cas, la forme énolique est prépondérante (plus stable) car elle est stabilisée par la L.H. intramoléculaire conduisant à un cycle à six chaînons qui est stable.

### II.2.2. Tautomérie des amides



### II.2.3. Tautomérie des imines

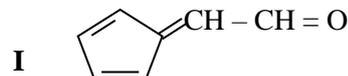
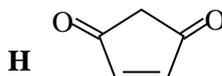
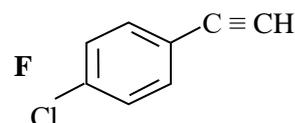
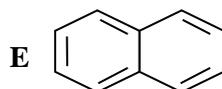
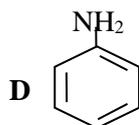
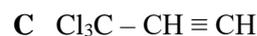
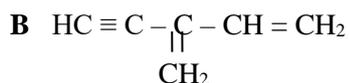
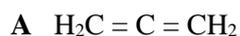


## EXERCICES

## Exercice 1

Si on convient d'appeler « molécule plane » une molécule dont toutes les liaisons sont dans un même plan, quelles sont parmi les molécules suivantes :

Celles qui sont toujours planes ? Celles qui peuvent être planes ? et Celles qui ne peuvent pas être planes ?



## Exercice 2

- Donner tous les alcools de formule brute  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

- Ecrire les formules développées des isomères de fonction correspondant à la formule brute  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  et nommés-les selon l'IUPAC.

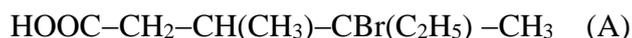
## Exercice 3 série d'exercice Master

Donnez la relation qui existe entre les différents isomères suivants



## Exercice 4 rattrapage 2012-2013

Soit la molécule A :



Représenter pour A :

- 1) Un isomère de fonction
- 2) Un isomère de position
- 3) Un isomère de squelette

**Corrigés****Exercice 1**

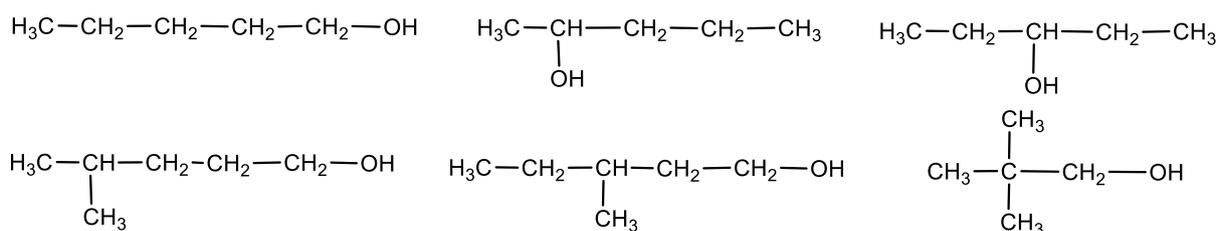
Celles qui sont toujours planes: **E, F et H**

Celles qui peuvent être planes: **B, G et I**

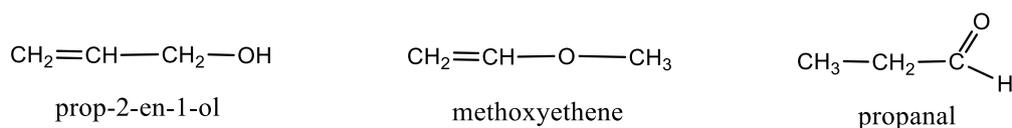
Celles qui ne peuvent pas être planes: **A, C et D**

**Exercice 2**

- Les alcools de formule brute  $C_5H_{12}O$



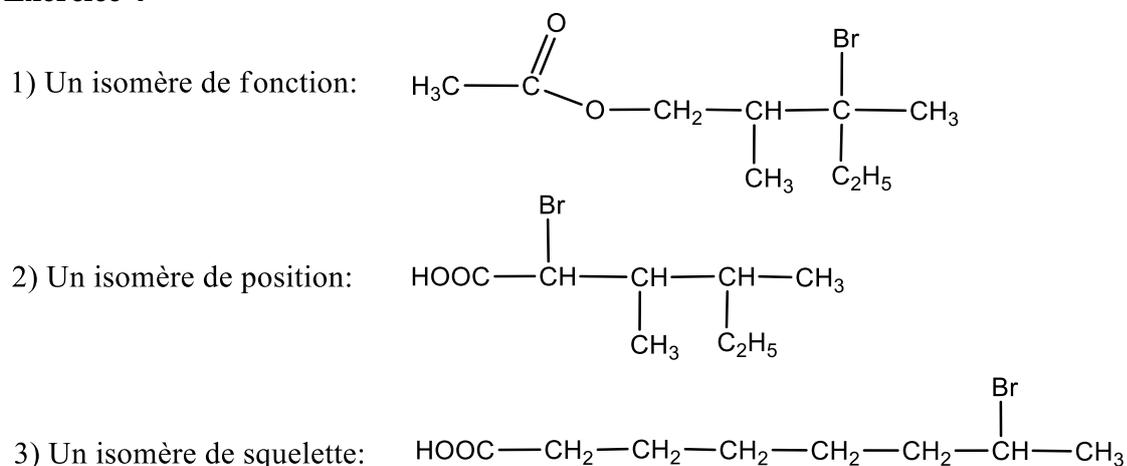
- Les formules développées des isomères de fonction

**Exercice 3**

a) isomérisation de squelette (chaîne)

b) isomérisation de position

c) isomérisation de fonction

**Exercice 4**

## CHAPITRE III : STEREOCHIMIE – ISOMERIE CONFORMATIONNELLE

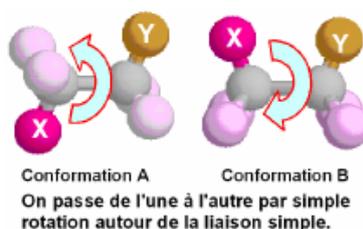
La stéréochimie étudie la géométrie des molécules dans l'espace à trois dimensions. Certains composés peuvent avoir la même formule brute la même formule développée plane et présenter des propriétés différentes. L'étude de ces propriétés nécessite la représentation des molécules dans l'espace.

Lorsqu'on considère une molécule dans l'espace à trois dimensions, de nouveaux cas d'isomérisation peuvent apparaître. On parle alors *d'isomérisation spatiale* ou de *stéréoisomérisation*.

On appelle stéréoisomères, des isomères qui ont la même formule développée plane mais qui diffèrent par l'arrangement spatial (disposition géométrique) de leurs atomes.

### III.1. Conformations ou conformères :

Deux conformères représentent la même molécule, dans des dispositions spatiales et état d'énergie différents. Le passage d'une conformation à une autre se fait par simple rotation autour d'une liaison simple  $\sigma$ , sans rupture de liaison. Les 2 conformations A et B sont des stéréoisomères.



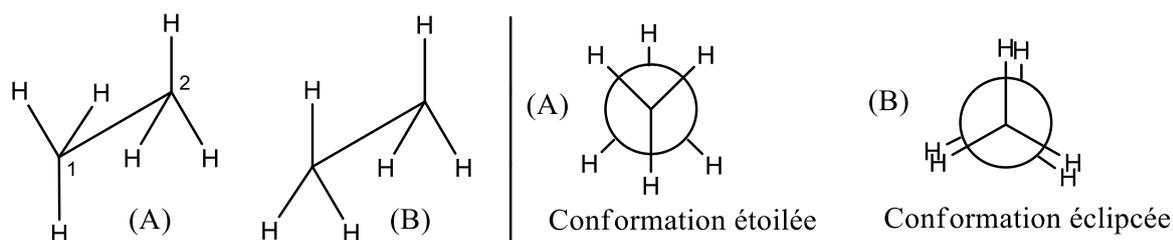
### III.2. Analyse conformationnelle des molécules organiques:

C'est l'étude des équilibres entre les différentes conformations d'une même molécule. La barrière d'énergie à franchir pour passer d'une conformation à l'autre est faible, ce qui explique que les molécules tournent librement autour de la liaison C-C.

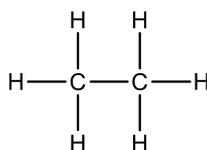
#### III.2.1. Conformation des molécules acycliques

##### III.2.1.a. Conformation d'éthane $\text{CH}_3\text{—CH}_3$

La représentation de l'éthane en perspective et en projection de Newman :



Les 2 structures correspondent à la même formule structurale :



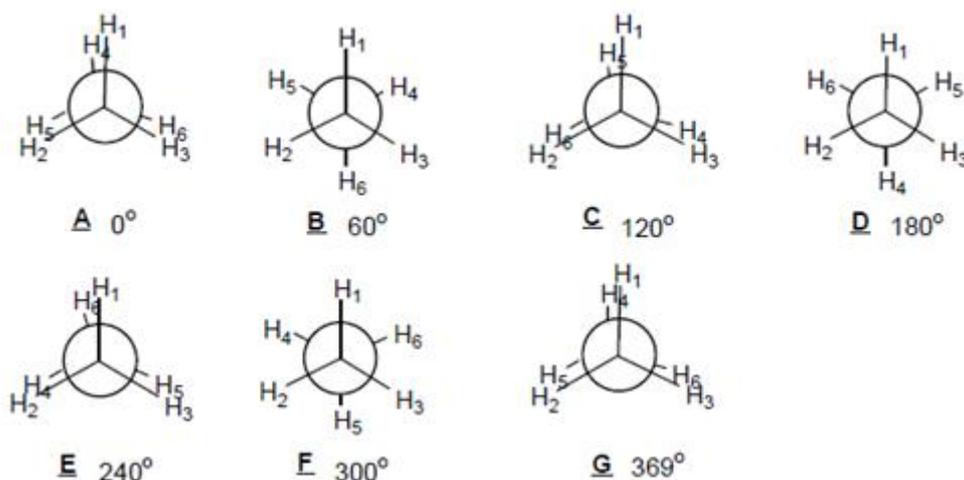
Une rotation de  $180^\circ$  autour de la liaison  $\text{C}_1-\text{C}_2$  permet de passer de la molécule (A) à la molécule (B). Nous dirons que ces formes (A) et (B) sont des isomères conformationnels.

- La conformation (A) est dite « étoilée ou décalée » elle est plus stable.
- La conformation (B) est dite « éclipsée » elle est moins stable.

Dans la conformation éclipsée, les liaisons C-H des deux groupements méthyles se font face deux par deux.

Dans la conformation décalée, les liaisons C-H des deux groupes  $\text{CH}_3$  se trouvent en face de la bissectrice des angles formés par celles de l'autre.

Dans la molécule d'éthane  $\text{CH}_3-\text{CH}_3$  représenté en projection de Newman autour de la liaison  $\text{C}_1-\text{C}_2$ , on peut avoir une infinité de conformations.



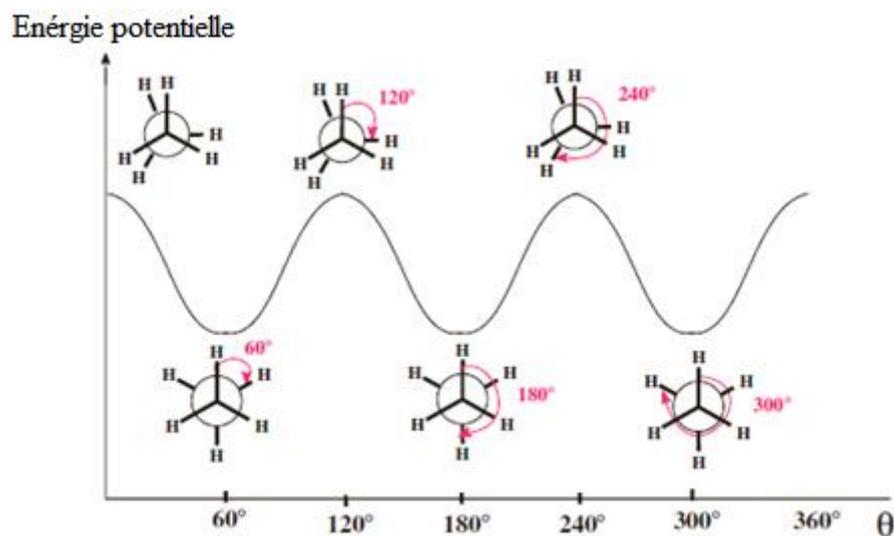
Les différentes conformations de l'éthane n'ont pas la même stabilité.

Les conformations éclipsées **A**, **C**, **E** et **G** sont les moins stables à cause des interactions (gènes, encombrements) stériques importantes entre les hydrogènes d'un  $\text{CH}_3$  avec ceux de l'autre. Les liaisons C-H des deux  $\text{CH}_3$  sont plus proches les unes des autres d'où un minimum de stabilité et une énergie  $\text{E}_2$  la plus élevée.

Les conformations décalées **B**, **D** et **F** où les interactions (gènes, encombrements) stériques entre les hydrogènes d'un  $\text{CH}_3$  avec ceux de l'autre sont réduites au minimum. Les liaisons C-H sont éloignées les unes des autres d'où un maximum de stabilité et une énergie  $\text{E}_1$  la plus faible.

$$\text{E}_1 \text{ (conformations décalées)} < \text{E}_2 \text{ (conformations éclipsées)}$$

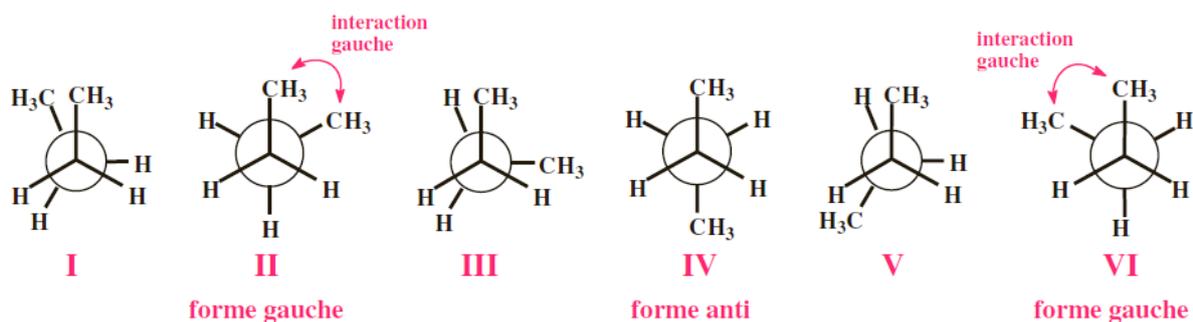
Lorsque  $\theta$  augmente les hydrogènes vont s'éloigner et l'énergie diminuer pour atteindre un minimum à  $\theta = 60^\circ$  et un maximum à  $\theta = 120^\circ$  ainsi de suite. Le diagramme énergétique de rotation de l'éthane en fonction de l'angle dièdre a l'allure ci-dessous.



L'énergie nécessaire pour passer de la conformation décalée à la conformation éclipsée s'appelle énergie (ou barrière) de rotation. Pour la molécule d'éthane, elle est de l'ordre de 12 KJ/mole.

### III.2.1.b. Conformation du butane $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$

La rotation autour de la liaison  $\text{C}_2\text{—C}_3$  de la molécule du butane donne les différentes conformations principales ci-dessous.



La conformation **IV** est la plus stable (moins de gênes stériques), on l'appelle conformère décalé anti. Il correspond à l'énergie  $E_1$  la plus faible.

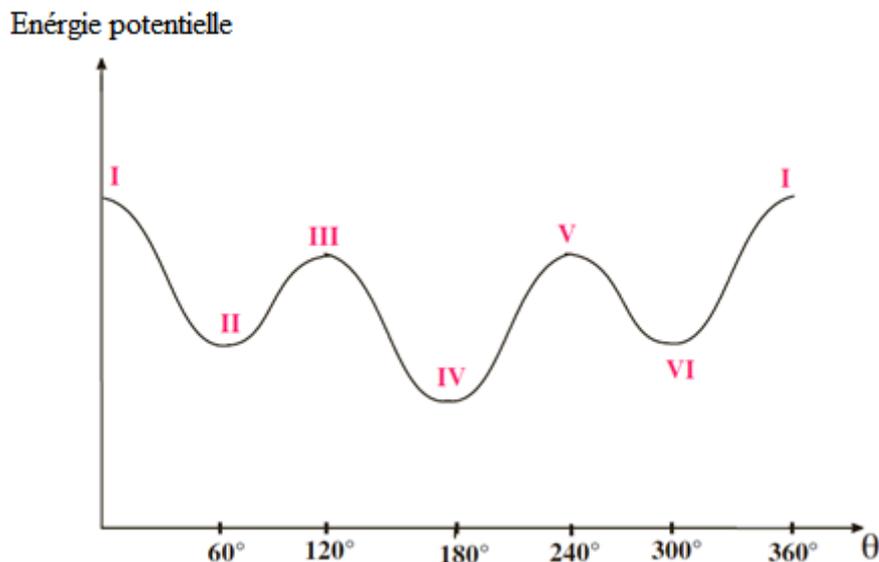
Les formes **II** et **VI** sont décalées gauches, elles sont moins stables que **IV** d'où une énergie  $E_2$ .

Les formes **III** et **V** sont des conformations quasiment (partiellement) éclipsées d'où une énergie  $E_3$ .

La forme **I** est la conformation totalement éclipsée, elle est la moins stable (interactions stériques importantes) d'où une énergie  $E_4$ .

$$E_1 < E_2 < E_3 < E_4$$

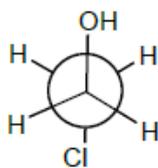
Le diagramme énergétique de rotation autour de la liaison  $C_2-C_3$  du butane est le suivant :



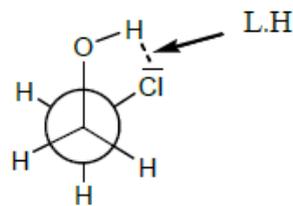
#### Remarque :

Dans certains cas, la conformation décalée gauche est plus stable que la conformation décalée anti à cause de l'existence de la liaison hydrogène intramoléculaire qui stabilise la molécule.

Exemple:  $Cl-CH_2-CH_2-OH$



Conformation décalée anti moins stable que la décalée gauche

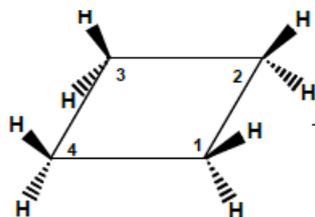


Conformation décalée gauche stabilisée par l'existence de L.H intramoléculaire

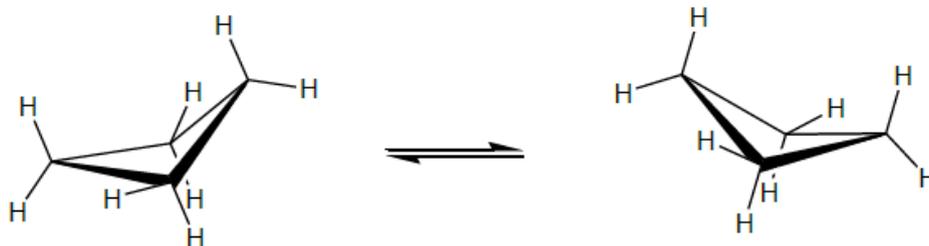
### III.2.2. Conformation des molécules cycliques

#### III.2.2.a. Molécule de cyclobutane :

La conformation plane du cyclobutane est éclipsée

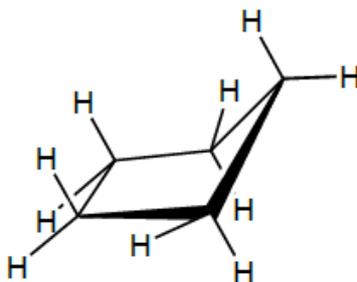


Le cyclobutane peut adopter une conformation plus stable où un carbone est placé en dessus du plan formé par les trois autres. Dans cette conformation, les liaisons **C-H ne sont pas éclipsées**.



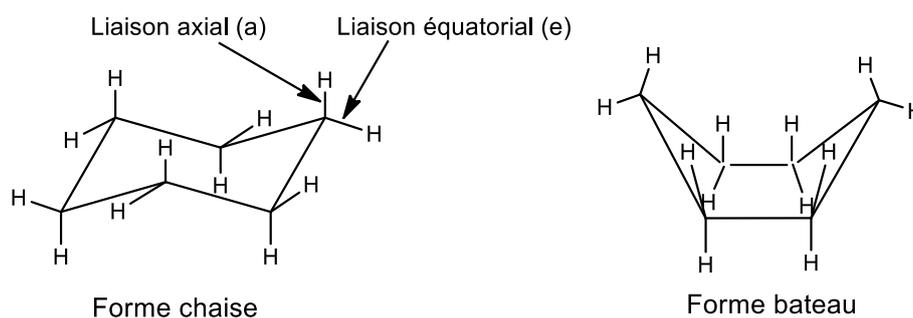
### III.2.2.b. Molécule de cyclopentane

La conformation enveloppe du cyclopentane, où un carbone est au dessus du plan des quatre autres, est stable (minimum des interactions stériques entre les hydrogènes portés par les carbones adjacents).



### III.2.2.c. Molécule de cyclohexane :

Le cyclohexane peut exister en 2 conformations, dénommées forme chaise et forme bateau. Ces deux conformations sont en équilibres et se transforment facilement l'une en l'autre.



La forme chaise est plus stable que la forme bateau.

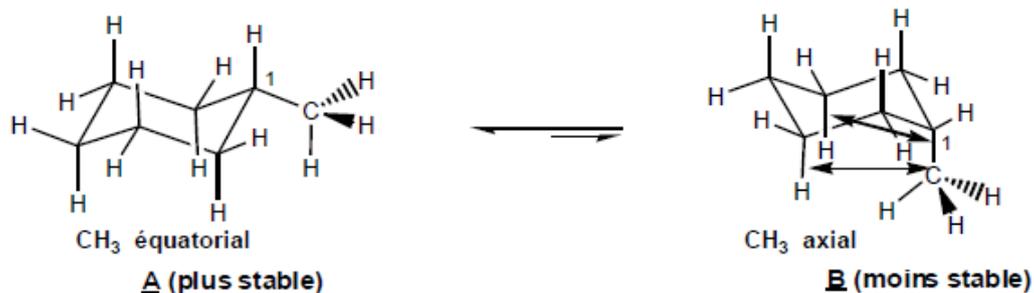
#### - Conformation chaise

C'est la conformation la plus stable, elle ne présente ni interaction stérique ni tension du cycle. Dans cette conformation, il y a six liaisons C-H axiales et six liaisons équatoriales.



**III.2.2.d. Molécule de cyclohexane substitué : Méthylcyclohexane**

Il peut exister sous deux formes chaises en équilibre dont l'une est prépondérante.



Cet équilibre est fortement déplacé vers la forme **A** où le *groupement méthyle* est en position *équatorial* (moins de gênes stériques). Tandis que le *groupement méthyle*, en position *axial*, dans la forme **B** subit des interactions stériques (répulsions) par les hydrogènes axiaux en positions 3 et 5 rendant cette conformation instable.

## CHAPITRE IV : ISOMERIE OPTIQUE

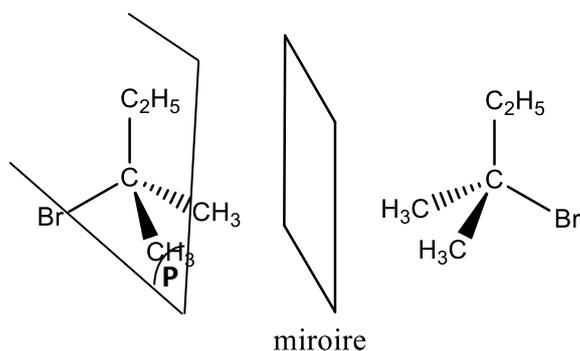
### IV.1. La chiralité - Énantiomère

Toute molécule non superposable à son image dans un miroir est **chirale**. Dans le cas contraire elle est **achirale**.

Cette condition de chiralité peut être énoncée de manière tout à fait équivalente :

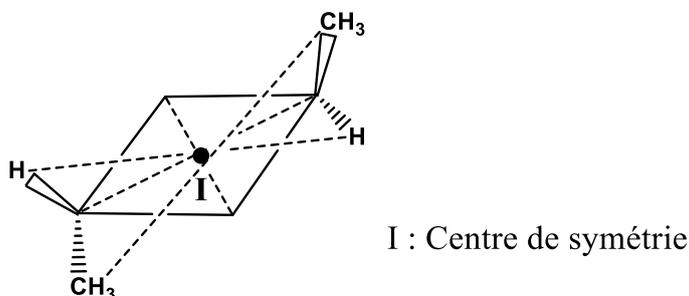
Un objet (ou une molécule) est **chirale** s'il ne présente ni plan et ni centre de symétrie.

Exemple 1: Molécule de 2-bromo-2-méthyl butane



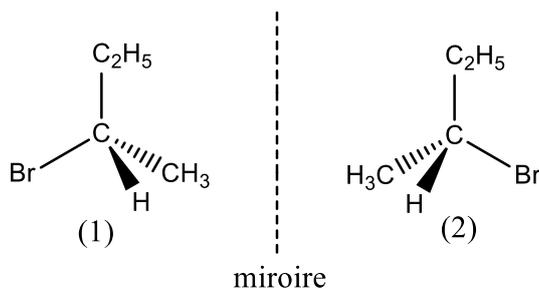
La molécule est superposable à son image. (elle contient un plan de symétrie P). Donc elle est **achirale**.

Exemple 2: Molécule de trans 1,3-méthyl cyclobutane



La molécule contient un centre de symétrie I. Donc elle est achirale.

Exemple 3: 2-bromobutane



La molécule n'est pas superposable à son image (absence des éléments de symétrie). Donc la molécule est **chirale**.

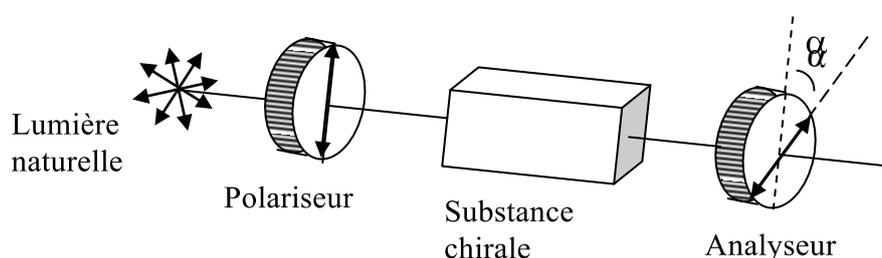
Les deux formes (1) et (2) ce sont des *énantiomères* qui appartiennent à la *stéréoisomérisation*. On les appelle aussi des *isomères optiques*.

- **Enantiomères**

Deux molécules sont *énantiomères* si elles sont **chirales**, c'est-à-dire que leurs géométries sont images l'une de l'autre dans un miroir et qu'elles ne sont pas superposables.

#### IV.2. Activité optique :

Une propriété des molécules chirales est l'activité optique. Il s'agit de la capacité d'une molécule chirale à faire tourner le plan de vibration de la lumière polarisée d'un angle  $\alpha$ .



Une autre définition : « Pour qu'un composé soit optiquement actif il suffit que sa molécule soit chirale ».

#### IV.3. Propriétés des énantiomères

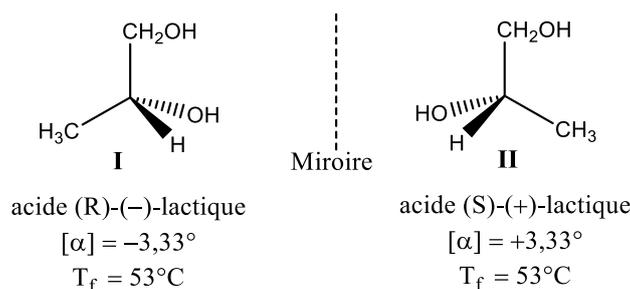
Les énantiomères se distinguent les uns des autres uniquement par les propriétés optiques. Dans toutes les autres propriétés, ils sont identiques (comme la  $T_{\text{fusion}}$ ,  $T_{\text{ébullition}}$ , la masse volumique ( $\rho$ ),...). C'est pour cette raison on les appelle des isomères optiques.

Deux énantiomères purs font dévier le plan de la lumière polarisée d'une valeur égale mais en sens opposé. On dit que ces molécules sont **optiquement actives** ou **douées de pouvoir rotatoire** :

- ✓ L'énantiomère qui dévie le plan de la lumière polarisée vers la droite est dit **dextrogyre**, note (**d**) ou (+);
- ✓ Celui qui dévie le plan vers la gauche est dit **lévogyre**, note (**l**) ou (-) ;
- ✓ Un **mélange racémique** est optiquement inactif car il contient les deux énantiomères en quantité équimolaire et à un pouvoir rotatoire  $\alpha = 0$ . Le "racémique" est noté ( $\pm$ ).

*Exemple de l'acide lactique :*

L'acide lactique composé chiral présente deux énantiomères



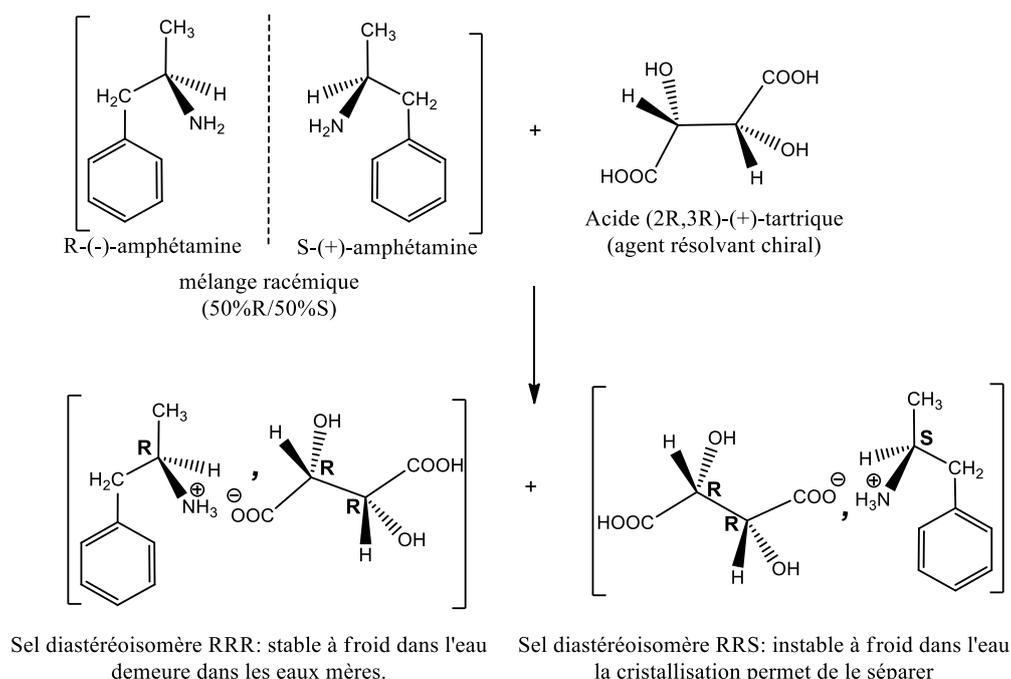
La température de fusion des deux énantiomères est la même  $T = 53^\circ\text{C}$ , par contre leurs pouvoir rotatoire est différent (I :  $[\alpha]_D = -3,33^\circ$  et II :  $[\alpha]_D = +3,33^\circ$ ).

#### IV.4. Dédoublément d'un mélange racémique

Le dédoublément est la séparation de deux énantiomères d'un mélange racémique. Le premier dédoublément d'un racémique a été réalisé par L. Pasteur en 1848. Pasteur parvint à séparer par tri manuel, les sels d'ammonium et de sodium des acides tartriques (+) et (-).

Une méthode générale de dédoublément d'un mélange racémique consiste à effectuer une réaction entre les **deux énantiomères** du mélange et **un agent résolvant chiral**. On obtient ainsi deux sels **diastéréoisomères** dont les propriétés physiques sont différentes. La réaction ne doit évidemment pas modifier la stéréochimie des centres chiraux.

Par exemple, le dédoublément des deux énantiomères de la 1-phényléthanamine peut être obtenu par cristallisation différentielle des sels obtenus par réaction acide-base avec l'acide tartrique (RR.

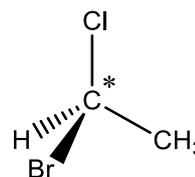


Dans les deux cas, le traitement par la soude permet de récupérer l'amine (insoluble dans l'eau). Le diastéréoisomère RRS libère l'amine S, le RRR libère l'amine R.

## IV.5. Centre d'asymétrie (ou de chiralité)

### IV.5.1. Carbone asymétrique :

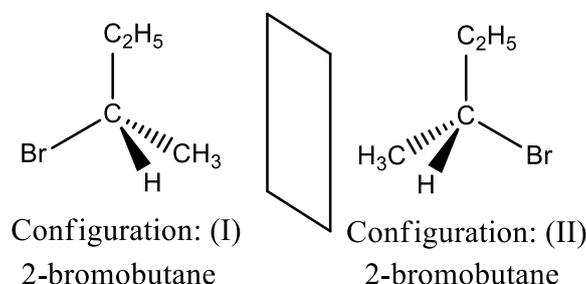
Le carbone asymétrique noté C\* est un carbone hybridé sp<sup>3</sup> (tétraédrique) dont les 4 substituant sont tous différents.



### IV.5.2. Configuration absolue d'un carbone asymétrique :

#### a) Définition de la configuration

Nous avons vu précédemment que pour une molécule chirale (cas de 2-bromobutane) comportant un atome de carbone asymétrique (C\*), il existe deux dispositions spatiales différentes des substituants autour de cet carbone (2 énantiomères), chacun de ces dispositions porte le nom de **configuration**.



Pour passer d'un stéréoisomère de configuration (I) à la configuration II, il a fallu rompre et reformer des liaisons contrairement au passage d'une stéréoisomère de conformation à une autre qui ne nécessite qu'une simple rotation autour d'une liaison  $\sigma$ .

#### b) nomenclature R/S de carbone asymétrique

Si l'on suit la nomenclature établie par l'UICPA, on obtient le même nom pour ces deux configurations (1) et (2) ce qui est impossible. Pour résoudre ce problème, trois chimistes R.S. Cahn, C.K. Ingold et V. Prelog, ont établi une série de règles pour désigner la configuration R/S pour chaque carbone asymétrique des énantiomères.

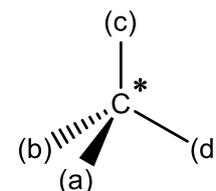
#### Règles de Cahn-Ingold-Prelog (C.I.P.) :

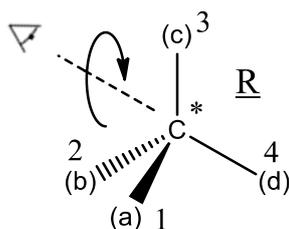
1) On classe les substitutions par ordre décroissant des numéros atomique Z des atomes. Soit  $Z(a) > Z(b) > Z(c) > Z(d)$

2) On regarde le plus petit substituant (d) à travers le carbone asymétrique.

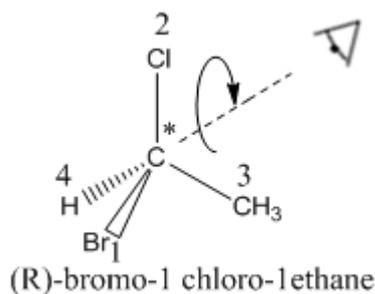
3) On note l'ordre de rotation de la séquence (a)  $\rightarrow$  (b)  $\rightarrow$  (c).

4) Si cette rotation se fait dans le sens droite (sens des aiguilles d'une montre), la configuration absolue est **R**. si l'inverse (sens gauche) la configuration est **S**.

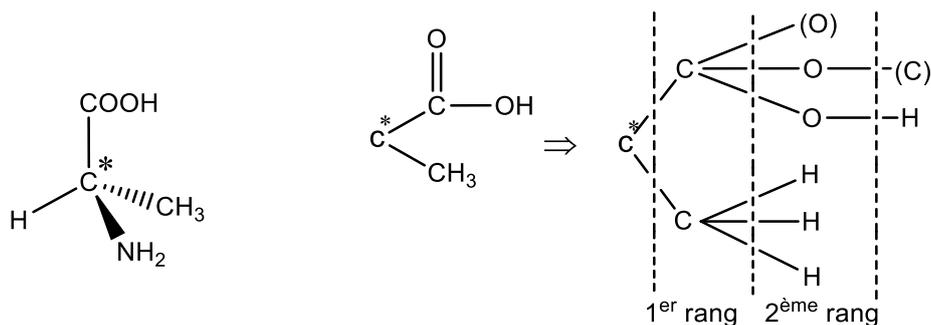




**Exemple 1: 1-Bromo-1-chloroéthane**  $\text{Br} (Z=35) > \text{Cl} (Z=17) > \text{C} (Z=6) > \text{H} (Z=1)$

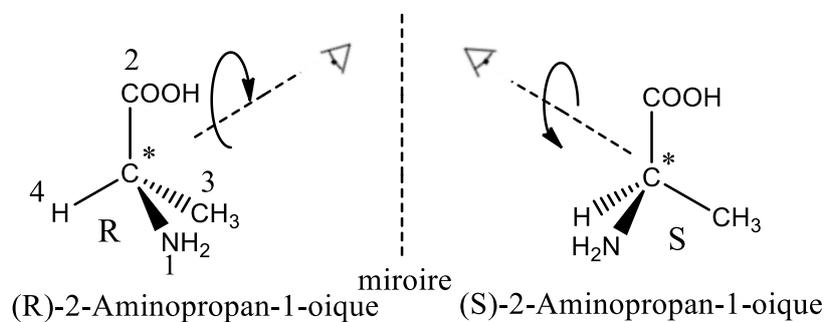


**Exemple 2: 2-Aminopropan-1-oïque  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$**



On a deux atomes identiques sont liés au  $\text{C}^*$ . Dans ce cas on considère les atomes en 2<sup>ème</sup> rang. Si l'atome en 2<sup>ème</sup> rang est lié par une double liaison (=), on considère celle-ci ouverte. Pour une triple liaison le même raisonnement.

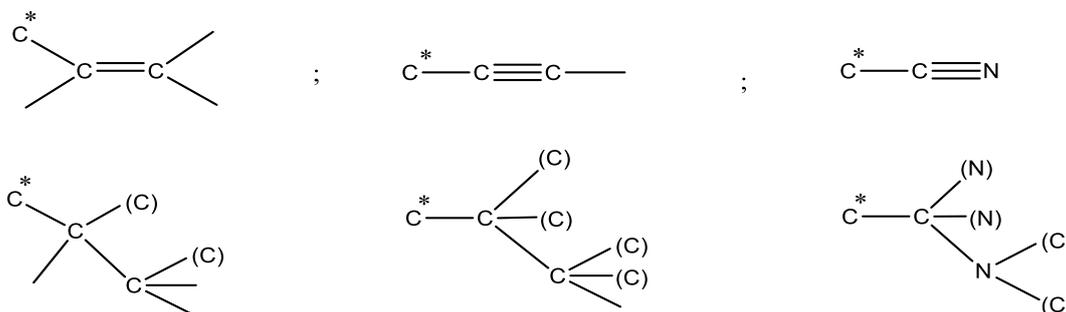
Donc la classification des substituants de 2-Aminopropan-1-oïque est:  $\text{NH}_2 > \text{COOH} > \text{CH}_3 > \text{H}$



Les deux configurations *R* et *S* sont des énantiomères.

**Remarque :**

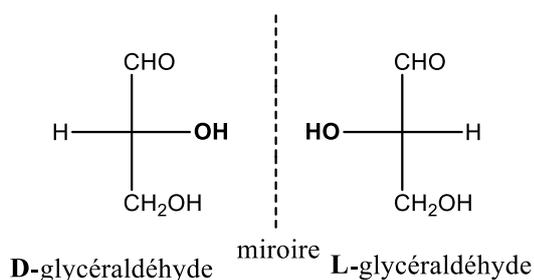
Quelque exemple d'un atome lié par une liaison multiple.

**IV.5.3. Nomenclature D et L de Fischer**

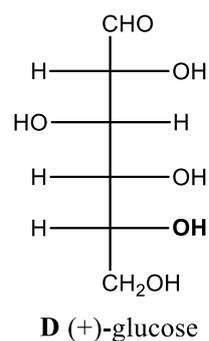
Cette nomenclature existe dans les composés oses (les sucres) et les acides aminés.

La règle: On regarde la position du dernier OH de la projection de Fischer s'il est à droite on à la nomenclature **D** si le OH est à gauche on à la nomenclature **L**

Exemple 1:



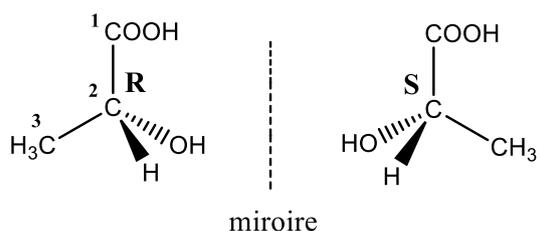
Exemple 2:

**IV.6. Configuration de quelques composés optiquement actifs (OPA) :****IV.6.1. Molécule possède un seul atome asymétrique**

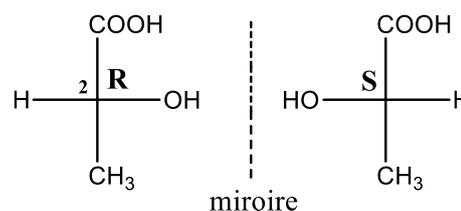
Exemple: Molécule d'acide lactique  $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$

Cette molécule contient un seul carbone asymétrique  $\text{C}^*$  donc on a 2 configurations absolue R et S pour l'acide lactique.

- représentation de Cram :

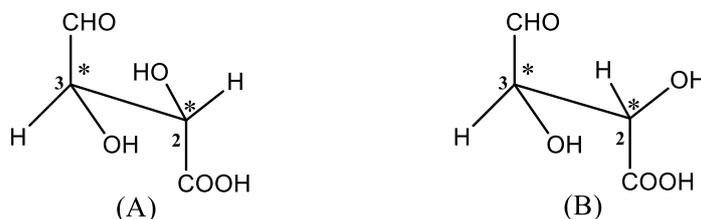


- représentation de Fischer :

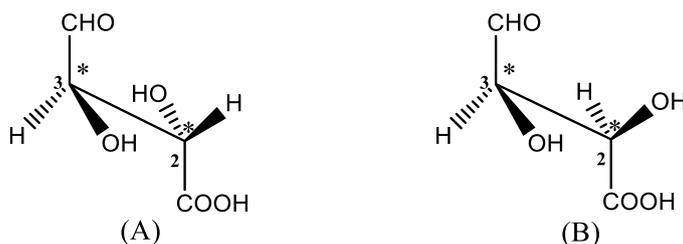


### IV.6.2. Molécules possédant deux centres asymétriques différents :

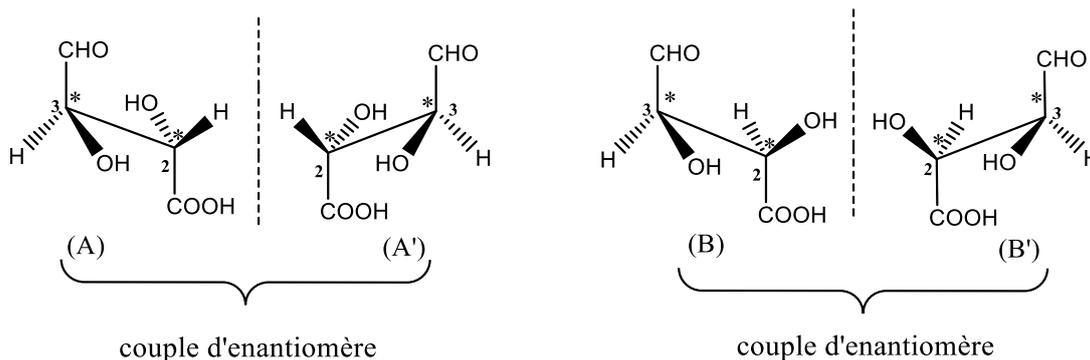
Soit la molécule : CHO-CHOH-CHOH-COOH. Ce composé peut se présenter sous les deux formes (A) et (B):



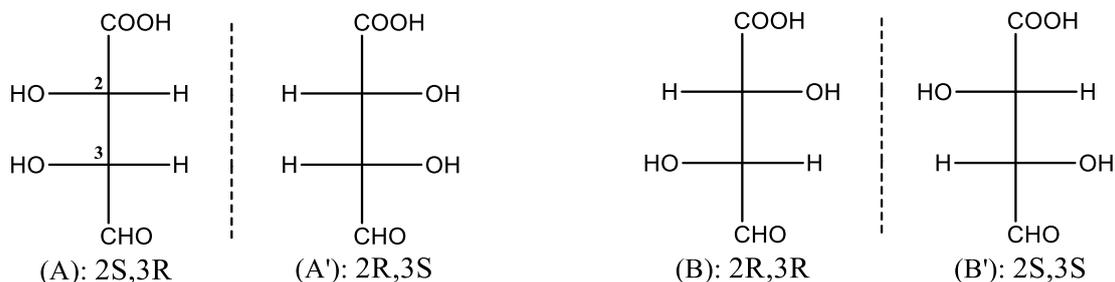
- représentation selon Cram :



Absence des éléments des symétries dans (A) et (B), donc on a 2 images de (A) et (B).



- représentation en projection de Fischer :



En tout, on obtient deux couples d'enantiomères, soit quatre stéréoisomères optiquement actifs, donc quatre configurations différentes.

### Conclusion :

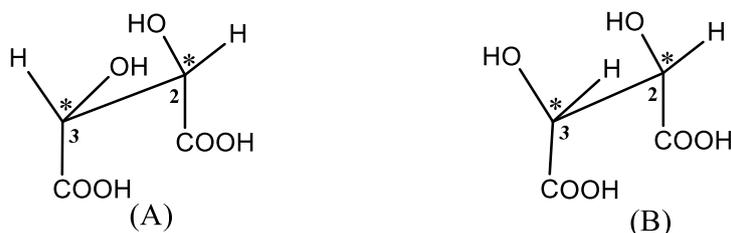
- Pour un centre de symétrie différents  $1C^*$ .  $\Rightarrow$   $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ stéréoisomères, donc } 2 \text{ configurations OPA} \\ 1 \text{ couple d'enantiomère} \end{array} \right.$

- Pour  $2C^*$   $\Rightarrow$   $\left\{ \begin{array}{l} 4 \text{ stéréoisomères, donc 4 configurations OPA} \\ 2 \text{ couples d'énantiomères} \end{array} \right.$
- Pour  $n C^*$   $\Rightarrow$   $\left\{ \begin{array}{l} 2^n \text{ stéréoisomères, donc } 2^n \text{ configurations OPA} \\ n \text{ couples d'énantiomères} \end{array} \right.$

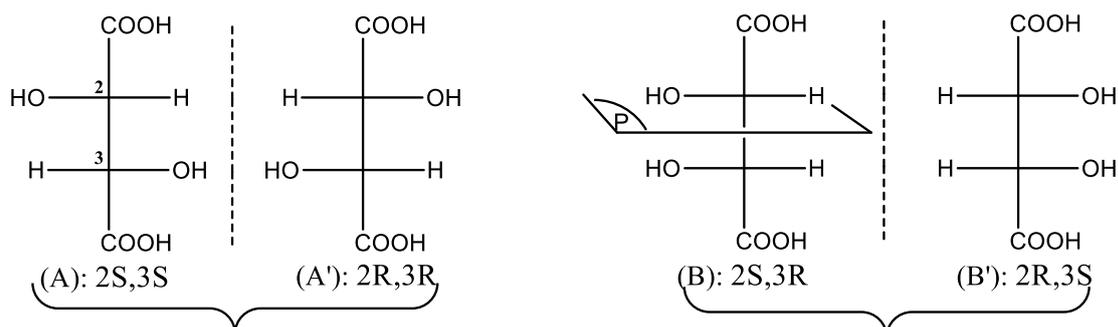
### IV.6.3. Molécules possédant deux centres asymétriques identiques :

Soit la molécule d'acide tartarique :  $\text{COOH} - \overset{*}{\text{C}}\text{HO} - \overset{*}{\text{C}}\text{HO} - \text{COOH}$

On distingue deux formes différentes.



Représentation les images de (A) et (B)



couple énantiomère  
(l'image A' n'est pas superposable à A)

l'image (B') est superposable à (B), rotation de  $180^\circ$  d'un axe C-C  $\Rightarrow$  (B') = (B).

Les deux représentations **B** et **B'** sont superposables donc elles sont identiques. Il s'agit d'une seule forme appelée *forme méso*. Celle-ci est inactive sur la lumière polarisée même si elle contient  $2 C^*$  (elle est *achirale*) en raison de la présence d'un plan de symétrie (l'effet du  $*C$  de configuration R sur la lumière polarisée est compensé par l'effet de l'autre  $*C$  de configuration S).

Un composé méso est un stéréo-isomère qui possède un plan ou un centre de symétrie. . Il est optiquement inactif en raison de la présence d'un plan de symétrie qui divise la molécule en deux moitiés identiques.

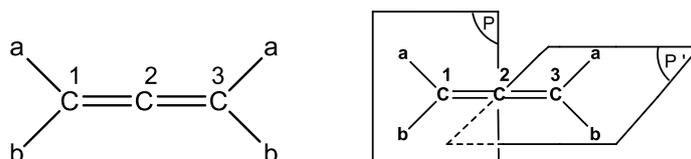
### Conclusion :

Pour 2 centres de symétrie identiques  $\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ stéréoisomères (A, A' et B) donc} \\ 3 \text{ Configurations (A, A' OP et B non)} \\ 1 \text{ couple d'énantiomère} \end{array} \right.$

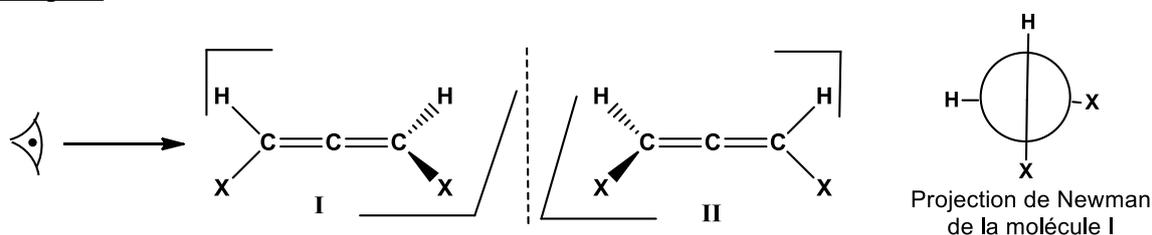
#### IV.6.4. Molécules optiquement actives ne possédant pas de centre asymétrie :

Compte tenu des conditions nécessaires pour avoir une molécule chirale, il n'est nullement obligatoire d'avoir un carbone asymétrique pour qu'il y ait isomérisation optique. Des exemples de molécules ne présentant ni plan, ni centre de symétrie et présentant une isomérisation optique.

- Isomérisation alléniques : Les molécules allènes contiennent deux doubles liaisons portées par un même atome de carbone. Les substituants des atomes extrêmes sont situés dans des plans P et P' perpendiculaires.



Exemple :

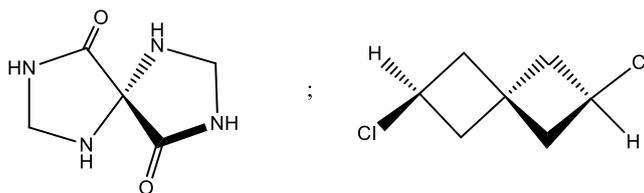


Couple de deux énantiomères pour des allènes : **pas de centre asymétrique**

Les deux formes I et II sont optiquement actives

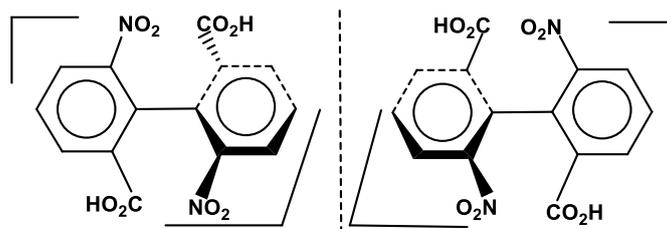
- Isomérisation spiraniques : les molécules spiranes possèdent un atome de carbone  $sp^3$  qui relie deux cycles situés dans des plans perpendiculaires.

Exemples :



Chacun de deux molécules peut donner deux énantiomères  
optiquement actives : pas de centre asymétrique

- Atropoisomérisation : les atropoisomères, molécules organiques pour lesquelles la libre rotation à  $360^\circ$  autour d'une liaison est impossible en raison d'une gêne stérique. C'est par exemple le cas des biphényles qui présentent une liaison simple C-C entre deux atomes de carbone engagés chacun dans un cycle aromatique.



Couple de deux énantiomères pour des allènes : **pas de centre asymétrique**

Les deux formes sont optiquement actives

#### IV.7. Diastéréoisiméries

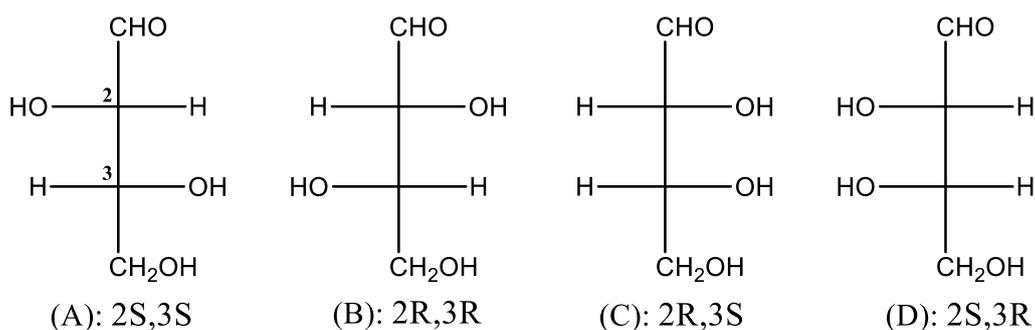
Ce sont des stéréoisomères de configuration (stéréoisomères optiques) qui ne sont pas image l'un de l'autre dans un miroir. Les diastéréoisomères, à la différence des énantiomères, ne possèdent pas les mêmes propriétés physico-chimiques ; ils peuvent donc être plus facilement séparés par distillation, recristallisation ou chromatographie.

La diastéréoisomérisation peut être due, soit à :

- Existence de plusieurs carbones asymétriques.
- Présence d'une double liaison.

##### IV.7.1. Diastéréoisomérisation comportant deux carbones asymétriques :

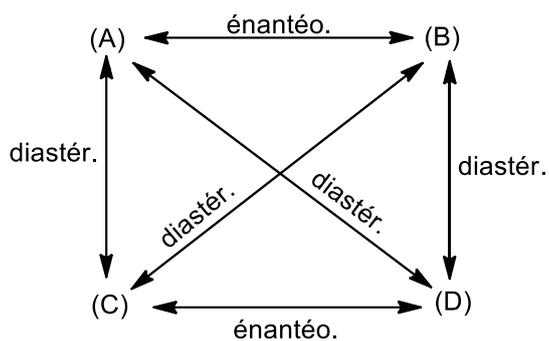
Exemple : soit la molécule tétrose  $\text{CHO} - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$



On conclue que :

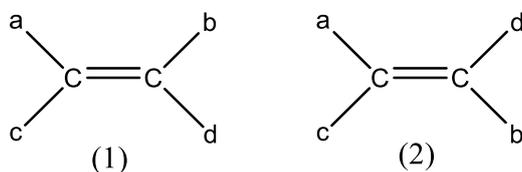
- |            |   |                                    |
|------------|---|------------------------------------|
| (A) et (B) | } | sont 2 couples d'énantiomère       |
| (C) et (D) |   |                                    |
| (A) et (C) | } | sont 2 couples de diastéréoisomère |
| (A) et (D) |   |                                    |
| (B) et (C) | } | sont 2 couples de diastéréoisomère |
| (B) et (D) |   |                                    |

Donc on a : 2 couples d'énantiomères et 4 couples diastéréoisomères



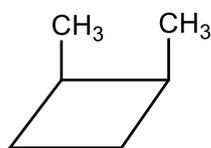
#### **IV.7.2. Diastéréoisomères comportant une double liaison :**

Isomérisation éthylénique :



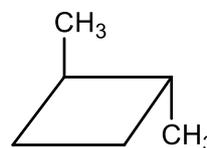
Les molécules (1) et (2), ne sont pas image l'un de l'autre dans un miroir, donc non énantiomères sont des diastéréoisomères.

Isomère cyclique :



I

cis- 1,2-diméthyl cyclobutane



II

trans- 1,2-diméthyl cyclobutane

Les molécules I et II sont diastéréoisomères

## D'EXERCICES

## Exercice 1

Classer les groupements ci-dessous selon la règle de Cahn Ingold Prelog

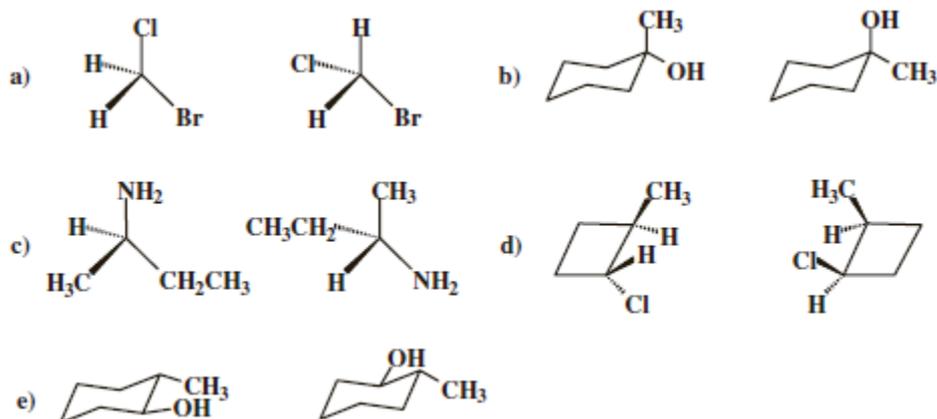
- A. 1:  $-\text{Cl}$ , 2:  $-\text{OH}$ , 3:  $-\text{CH}_3$ , 4:  $-\text{NH}_2$ , 5:  $-\text{SH}$ , 6:  $-\text{Br}$ , 7:  $-\text{H}$   
 B. 1:  $-\text{C}(\text{CH}_3)_3$ , 2:  $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ , 3:  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ , 4:  $-\text{CHClCH}_3$ , 5:  $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$   
 C. 1:  $-\text{CH}=\text{CH}_2$ , 2:  $-\text{CHO}$ , 3:  $-\text{COCH}_3$ , 4:  $-\text{COOH}$ , 5:  $-\text{COCl}$ , 6:  $-\text{CN}$ , 7:  $-\text{CONH}_2$   
 D. 1:  $-\text{COOCH}_3$ , 2:  $-\text{C}(\text{OH})_3$

## Exercice 2

L'éphédrine est un composé naturel qui accroît fortement la tension artérielle et qui a pour formule  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NHCH}_3)-\text{CHOH}-\text{C}_6\text{H}_5$ . Donner la représentation de Fischer de tous les stéréoisomères de ce composé en précisant les configurations absolues des carbones asymétriques. Indiquer ensuite la représentation de Newman d'un conformère stable de l'éphédrine de configuration absolue RR

## Exercice 3

Les paires de composés ci-dessous sont-elles énantiomères, conformères, diastéréoisomères ou identiques ?



## Exercice 4

Lesquelles des substances suivantes possèdent des formes méso ? Représenté ces formes selon CRAM. Sont-elles chirales ou achirales ? Justifier.

- a) 2,3-dibromobutane ;      b) 2,3-dibromopentane ;      c) 2,3-dibromocyclopropane

## Exercice 5

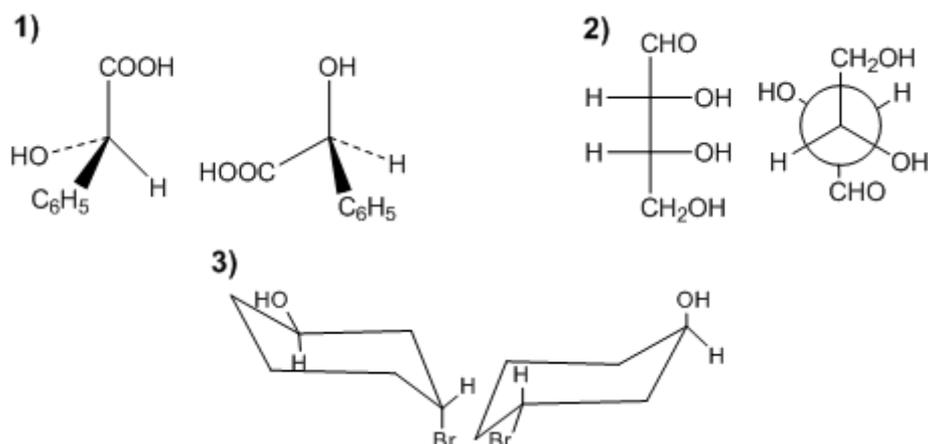
Soit la molécule **A** :  $\text{HOOC-CH(Cl)-CH(Cl)-COOH}$

- Nommer le composé **A**. Sachant que sa configuration absolue est **2R, 3R**. Quel est le nombre de stéréoisomères correspondant au composé **A**? (Justifier)
- Compléter les représentations ci-dessous, sachant que : **A** et **B** énantiomères, **A** et **C** diastéréoisomères, **A** et **D** conformères. Indiquer les configurations de **B**, **C** et **D**.

Composé A	Composé B	Composé C	Composé D

## Exercice 6

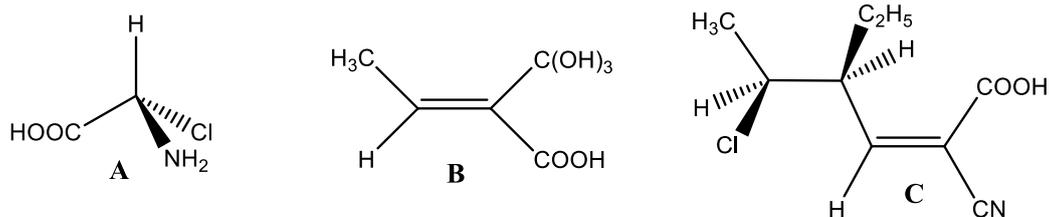
On considère les différents couples des stéréoisomères suivants :

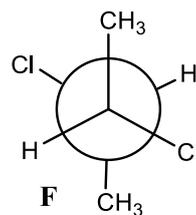
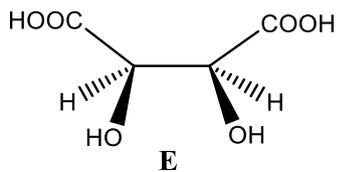
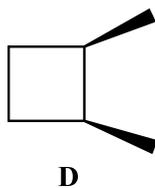


Quelle relation existe-t-il entre ces stéréoisomères ? Justifier votre réponse.

## Exercice 7

Soient les molécules suivantes :

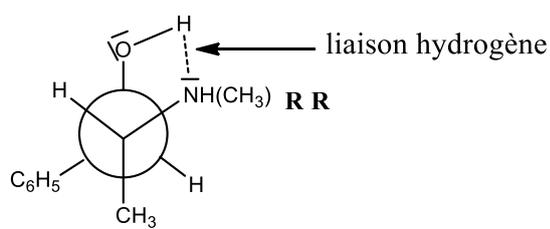
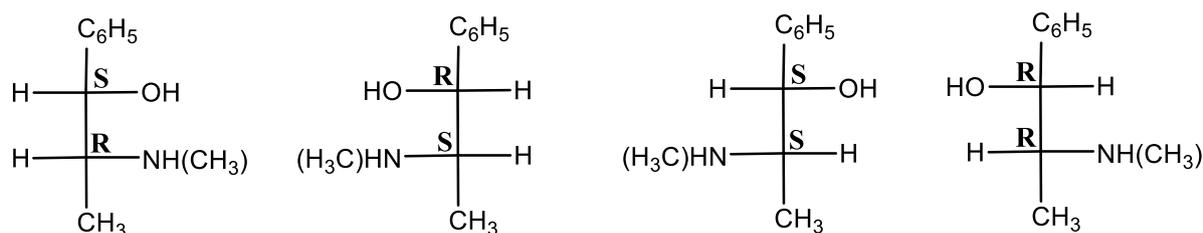




- 1- Déterminer les configurations absolues des carbones asymétriques des molécules A, C et E.
- 2- Quel est le nombre de stéréoisomères que présentent F ?
- 3- Parmi ces composés, les quels sont-ils optiquement inactif, Justifier.
- 4- Représenter en projection de Newman les composés B (axe C=C) et D (axe C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>).
- 5- Donner un diastéréoisomère s'il existe pour les molécules A et B.

**Corrigés****Exercice 1**

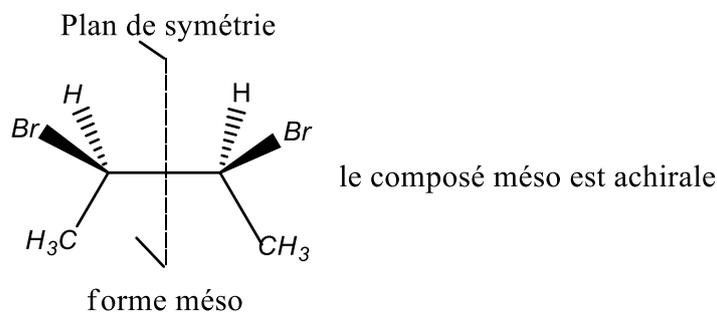
- A. 6 – 1 – 5 – 2 – 4 – 3 – 7.  
 B. 4 – 1 – 5 – 3 – 2.  
 C. 5 – 4 – 7 – 6 – 3 – 2 – 1.  
 D. 1 – 2.

**Exercice 2****Exercice 3**

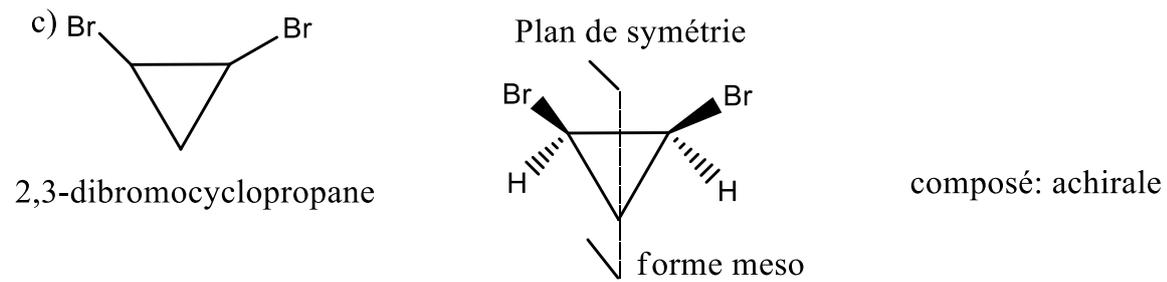
- a) Identiques; b) Conformères; c) Énantiomères; d) Diastéréoisomères; e) Énantiomères.

**Exercice 4**

- a)  $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$  le composé présente un plan de symétrie, donc il ya une forme méso.  
 2,3-dibromobutane



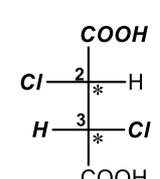
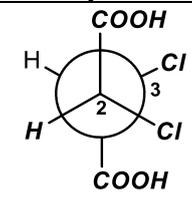
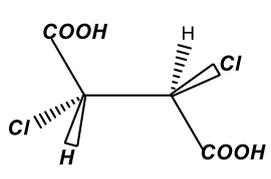
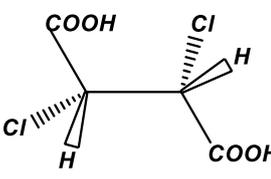
- b)  $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  le composé ne présente ni plan ni centre de symétrie, donc absence de la forme méso.  
 2,3-dibromopentane le composé est chiral.

**Exercice 5**

1) Acide 2,3-dichlorobutan-1,4-dioïque

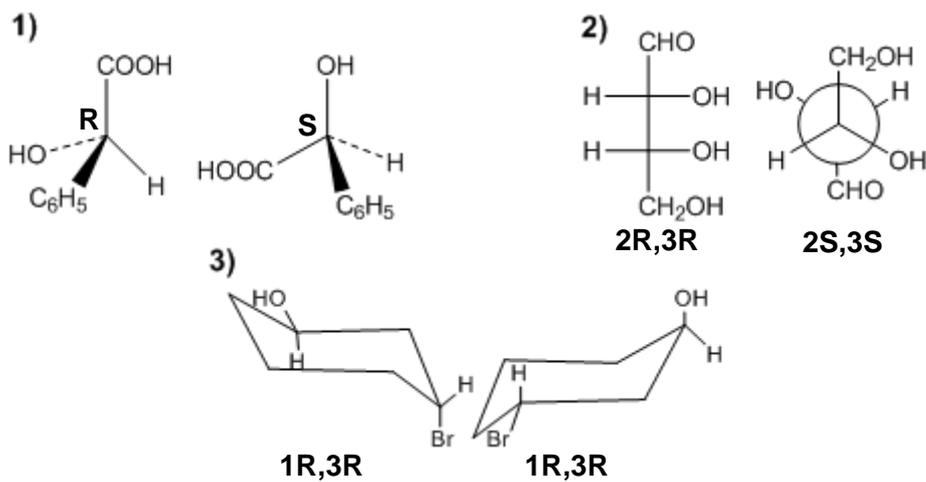
La molécule contient 2C\* et un plan de symétrie  $\Rightarrow 2^2 - 1 = 3$  stéréoisomères

2)

Composé A	Composé B	Composé C	Composé D
 <b>2R,3R</b>	 <b>2S,3S</b>	 <b>2R,3S ou 2S,3R</b>	 <b>2R,3R</b>

**Exercice 6**

La relation qu'il existe entre ces stéréoisomères.

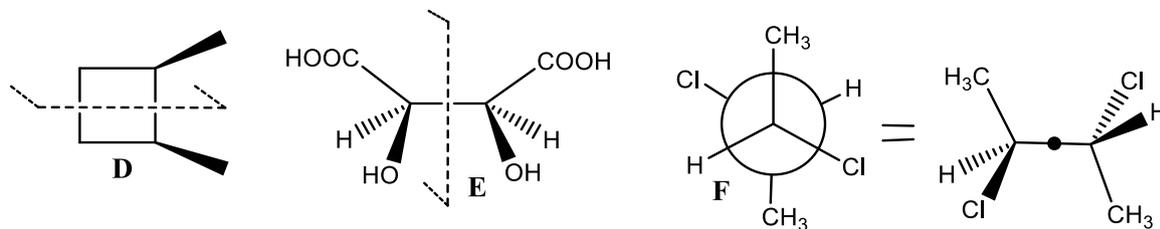


1) Couple énantiomère : R S  
 2) Couple énantiomère : 2R,3R 2S,3S  
 3) même molécule : 1R,3R

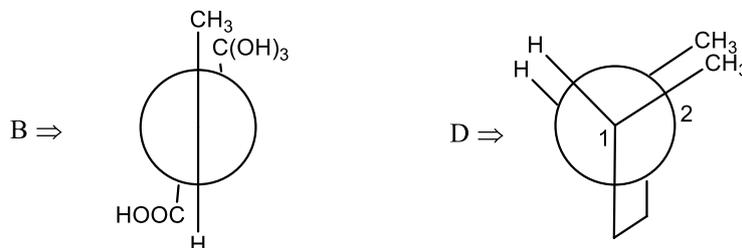
## Exercice 7

- 1- **A** : S; **C** : 4S5S, **E** : 2R3S
- 2- On a  $2C^* + \text{centre de symétrie} \Rightarrow 2^2 - 1 = 3$  Stéréoisomères.
- 3- Les composés optiquement inactifs sont :

**D**: présent un plan de symétrie, **E**: un plan de symétrie et **F**: un centre de symétrie

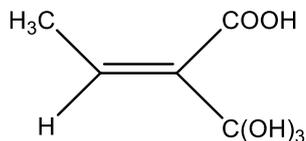


- 4- Projection de Newman des composés **B** et **D**



- 5- **A** :  $1C^* \Rightarrow$  pas de diastéréoisomère.

Un diastéréoisomère pour **B** :



## Chapitre V : ISOMERIE GEOMETRIQUE Cis-trans ou Z-E

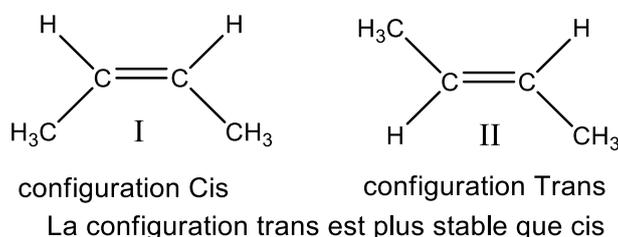
### V.1. Isométrie géométrique pour les alcènes

La présence d'une double liaison C=C (ethylenique), C=N (imine) ou N=N (diazonium) empêche la rotation des deux atomes l'un par rapport à l'autre. Par conséquent, si chacun de ces deux atomes porte deux substituants différents, on peut distinguer deux structures spatiales différentes non superposables. Ces deux structures s'appellent deux isomères géométriques.

#### V.1.1. Isométrie cis-trans

L'isométrie cis-trans ne s'applique que si les substituants sur les carbones  $sp^2$  sont identiques.

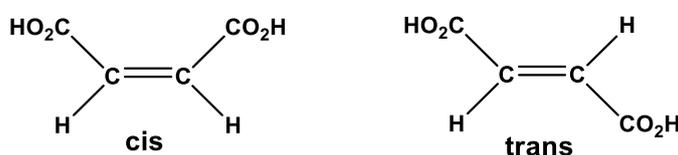
Exemple 1 : Le but-2-ène existe sous deux isomères géométriques I et II (diastéréoisomères).



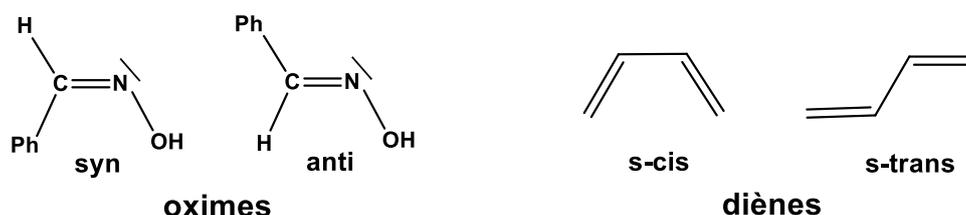
- La structure I : dans laquelle les 2 groupes  $-CH_3$  sont du même côté de C=C. la configuration est Cis.
- La structure II : dans laquelle les 2 groupes  $-CH_3$  sont de part et d'autre de C=C. la configuration est Trans.

Enfin en raison des interactions éclipsées entre les groupements en position *cis*, un composé *trans* sera généralement plus stable qu'un composé *cis*.

Exemple 2 : Le composé 1,4-diacide but-2-ène  $HO_2C-CH=CH-CO_2H$ , possède deux isomères géométriques.

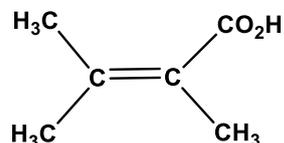


Exemple 3 : d'isométrie géométrique dans les oximes et dans les diènes.



Le doublet libre de l'azote joue le rôle d'un substituant et il est toujours classé le dernier.

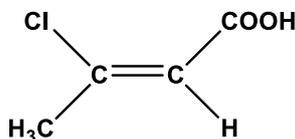
**Remarque :** Si les deux groupements portés par le même carbone sont identiques, l'isomérisation géométrique n'existe pas.



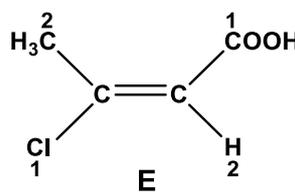
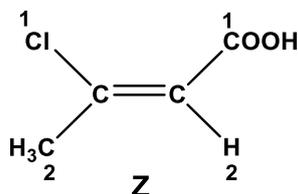
Pas d'isomérisation géométrique

### V.1.2 Isomérisation Z-E

Les nomenclatures précédentes peuvent présenter certaines ambiguïtés comme sur la molécule ci-dessous :

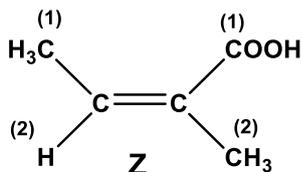


Pour lever cette indétermination on définit une nouvelle nomenclature *Z* et *E*. Pour cela les substituants liés à chacun des carbones  $sp^2$  sont numérotés séparément selon les règles de priorités de Cahn, Ingold et Prelog vues précédemment. Les deux cas suivants peuvent alors se présenter :

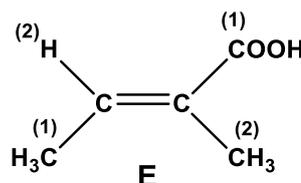


Si les deux groupements prioritaires sont dans le même demi-plan limité par la double liaison le diastéréoisomère sera dit **Z** (*Zusammen*), dans le cas contraire il sera dit **E** (*Entgegen*).

Autre exemple : Acide 2-méthylbut-2-énoïque



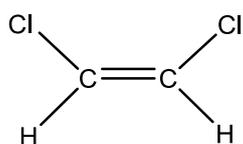
Acide (Z)-2-méthylbut-2-énoïque



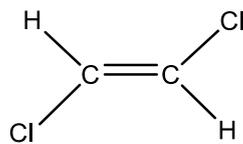
Acide (E)-2-méthylbut-2-énoïque

Les isomères cis/trans et Z/E sont doués de propriétés chimiques et physiques différentes.

Exemple : 1,2-dichloroéthylène.

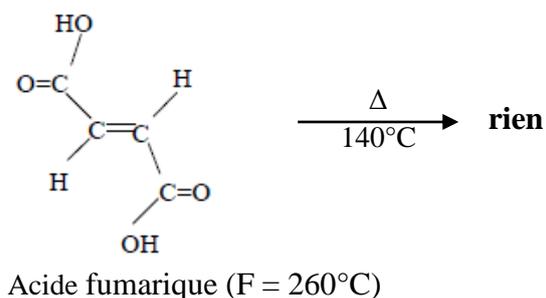
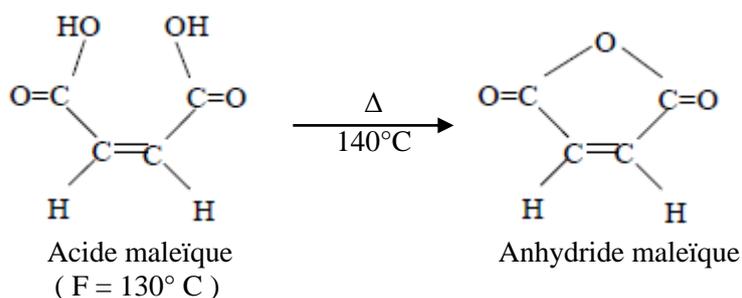


**Cis : Eb = 60°,3**



**Trans : Eb = 47°,5**

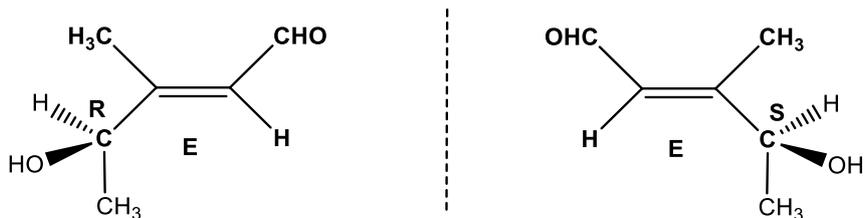
Un exemple classique montrant les différences de propriétés chimiques est celui des acides maléiques et fumariques.



Le E ou l'acide fumarique (F = 260°C) ne donne pas de réaction dans les mêmes conditions.

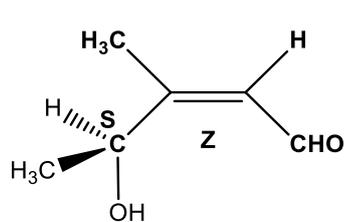
### Isométrie géométrique et optique

Exemple:  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCHO}$ , cette molécule présente deux types d'isomérie : une isomérie optique ( $\text{C}^*$ ) et une isomérie géométrique (une double liaison). Donc on aura 4 isomères de configuration ( $Z, R$ ), ( $Z, S$ ), ( $E, R$ ) et ( $E, S$ ).

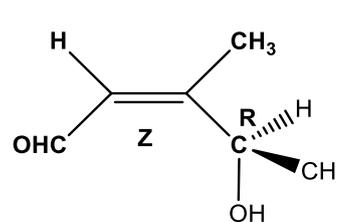


(E,4R)-4-hydroxy-3-méthylpent-2-éнал

(E,4S)-4-hydroxy-3-méthylpent-2-éнал



(Z,4S)-4-hydroxy-3-méthylpent-2-éanal



(Z,4R)-4-hydroxy-3-méthylpent-2-éanal

## V.2 Isométrie géométrique cis-trans pour les cycloalcanes

La diastéréoisomérisie cis-trans est utilisée dans les composés cycliques qui portent deux substituants R identiques. Elle repose sur la position relative des deux substituants :

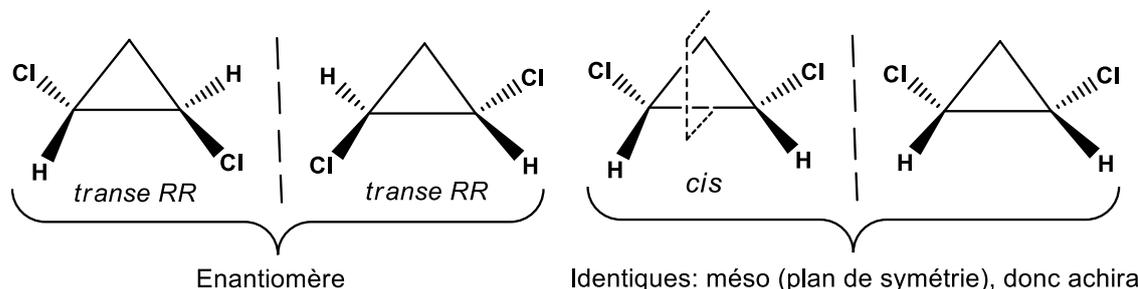
- Si les 2 substituants se trouvent du même côté d'un plan défini par le cycle ; il s'agit de l'isomère " **Cis**".
- Si les 2 substituants se trouvent de part et d'autre du plan du cycle ; c'est l'isomère " **Trans**".

### V.2.1 Cas du dichlorocyclopropane

- **1,1- dichlorocyclopropane.** Ce composé ne présente ni isomère optique, ni isomère géométrique donc existe selon une seule forme stéréoisomère:



- **1,2- dichlorocyclopropane.** Les chlorures peuvent être de part et d'autre du plan de cycle ou du même côté ; on dira que l'on a un composé *cis*.



Ce type d'isomérisie peut impliquer un phénomène d'énantiomérisie. Ainsi, dans l'exemple ci-dessus, les dérivés cyclopropaniques ont leurs deux carbones portant les chlorures asymétriques. Le composé *cis*, qui est en fait un composé *méso* présente un plan de symétrie ; il est donc optiquement inactif. Par contre, le composé *trans* qui ne présente aucun plan de symétrie est optiquement actif et peut se dédoubler en ses deux énantiomères RR et SS.

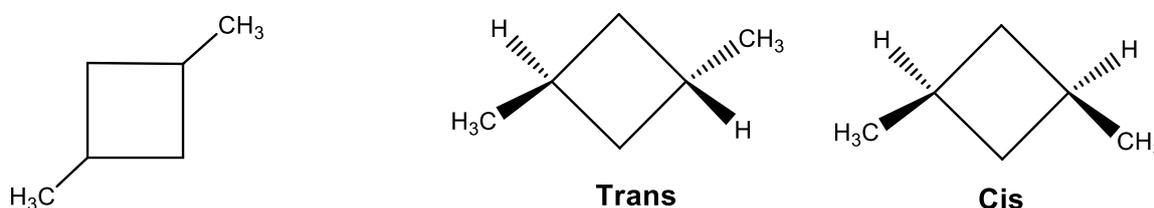
Donc cette molécule présente deux types d'isomérie :

- Isométrie géométrique : cis et trans
- et Isométrie optique:  $2C^*$  identiques donc on aura 3 stéréoisomères au maximum.

### V.2.2 Cas du Dichlorocyclobutane

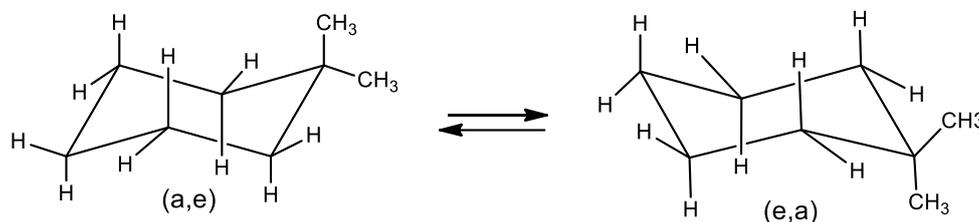
La géométrie des composés 1,1-Dichlorocyclobutane et 1,2-Dichlorocyclobutane est analogue au Dichlorocyclopentane.

**1,3-Dichlorocyclobutane.** Selon la position des deux chlores on aura alors une isométrie géométrique (*trans* et *cis*) et Pas de  $C^*$  donc pas d'isométrie optique.



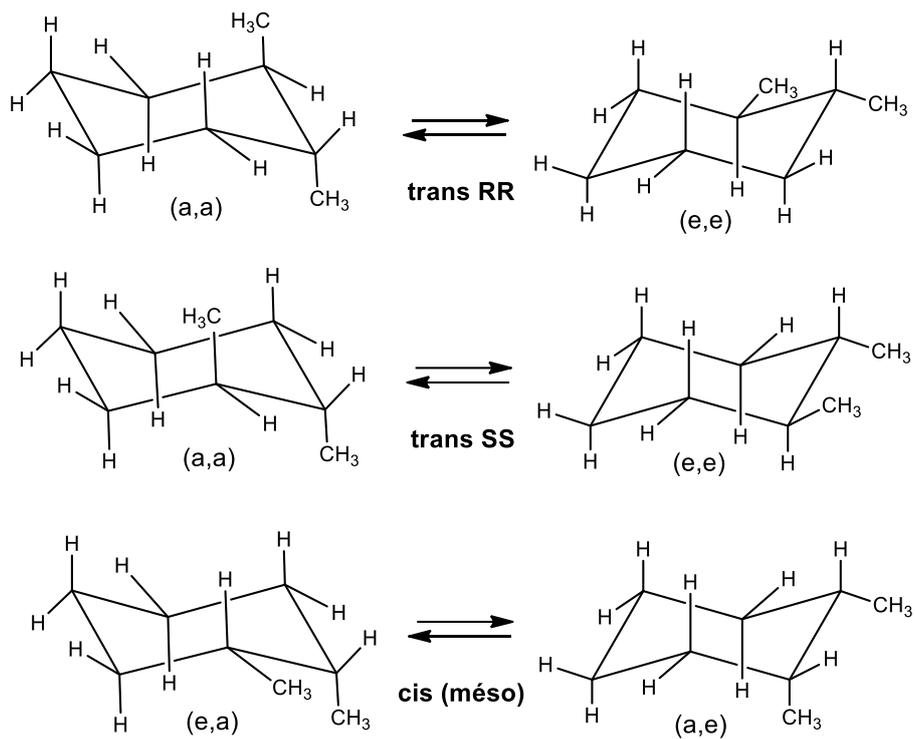
### V.2.3 Cas du Diméthylcyclohexane

- **1,1-Diméthylcyclohexane** : Pas d'isométrie optique ni géométrique.



- **1,2-diméthylcyclohexane.** Ce composé possède une isométrie optique et il existe sous forme de deux isomères géométriques cis et trans.
  - *Trans* sera axial-axial ou équatorial-équatorial
  - et le *cis* axial-équatorial ou équatorial-axial.

Chacun possède deux carbones asymétriques et seul le *trans* est optiquement actif. Le cis 1,2-diméthylcyclohexane est un méso, il est optiquement inactif sur la lumière polarisée.



## EXERCICES

## Exercice 1

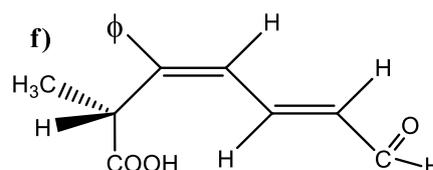
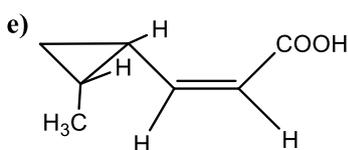
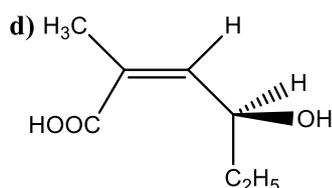
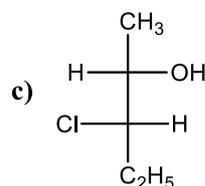
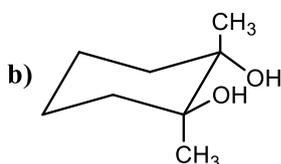
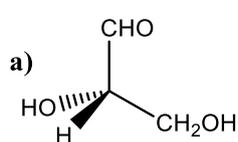
1- Soit la formule brute  $C_6H_{12}$ , donner un composé possédant :

- une isométrie géométrique mais pas d'isométrie optique :
- une isométrie optique mais pas d'isométrie géométrique :

2- Donner un composé cyclique de même formule brute ( $C_6H_{12}$ ) qui présente uniquement l'isométrie géométrique

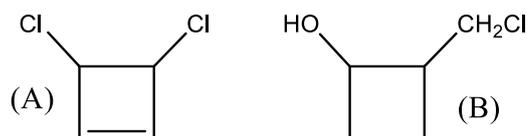
## Exercice 2

Donner la configuration *R*, *S*, *Z*, *E*, *Cis* et *Trans* des molécules suivantes.



## Exercice 3 EMD 2012-2013

Soit les composés cycliques (A) et (B)

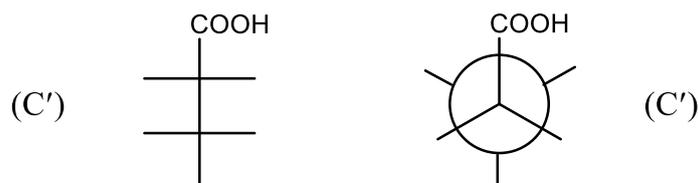


1) Quelle est le type d'isomérie que présentent ces deux composés ?

2) Quel est le nombre de stéréoisomères pour chaque composé ?

3) A partir de la molécule (A), on obtient le composé (C),  $HOOC-CHCl-CHCl-COOH$

- Complétez les représentations du composé (C') optiquement inactif de (C) et précisez le(s) configuration(s) absolue.

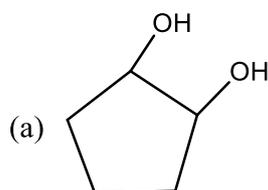


- Donnez un isomère conformationnel (conformère) du composé (C') en projection de Newman.

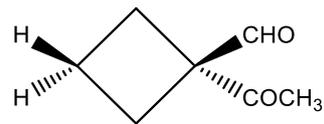
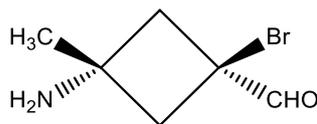
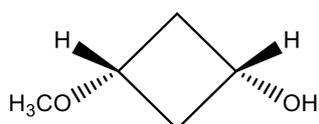
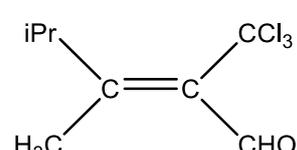
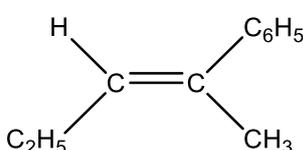
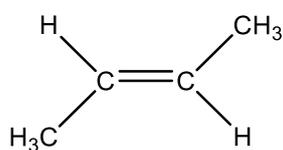
**Exercice 4 :**

1- Indiquer le type d'isométrie et le nombre de stéréoisomères des composés suivants.

2- discuté sur l'activité optique des ces stéréoisomère.

**Exercice 5**

I/ Déterminer la configuration géométrique des isomères suivants :

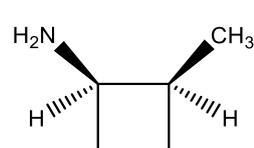
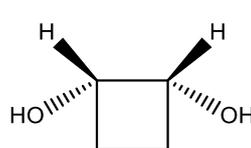
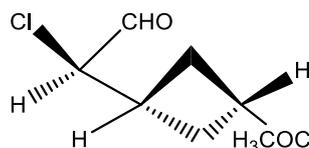
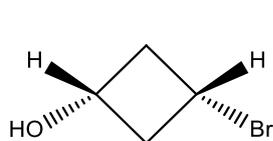


II/ Représenter les stéréoisomères des composés suivants et préciser leur configuration

\* 2-méthyl but-2-ène

\* 2-Bromocyclopropanamine

III/ 1- Donner le type d'isométrie et préciser les configurations absolues et/ ou géométriques des molécules suivantes :

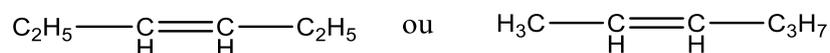


2- Parmi ces composés, quels sont ceux qui présentent une activité optique.

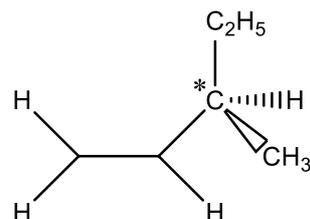
**Corrigés****Exercice 1**

1- La formule brute  $C_6H_{12}$ :

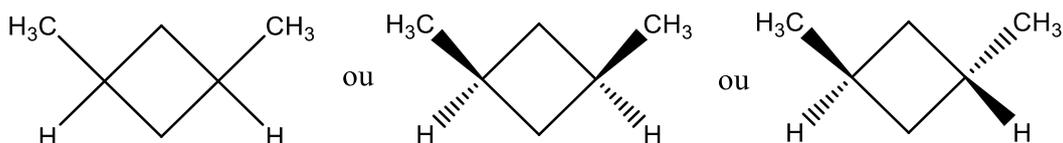
a) une isométrie géométrique mais pas d'isométrie optique :



b) une isométrie optique mais pas d'isométrie géométrique :



2- Un composé cyclique de même formule brute ( $C_6H_{12}$ ) qui présente uniquement l'isométrie géométrique

**Exercice 2**

a) S ; b) Trans ; c) 2S,3S; d) Z et S; e) cycle: Cis et double liaison: Z ; f) R, E et E

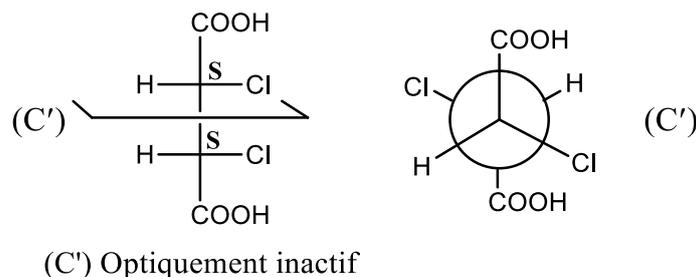
**Exercice 3**

1) Les deux molécules (A) et (B) présentent un isomère optique et géométrique

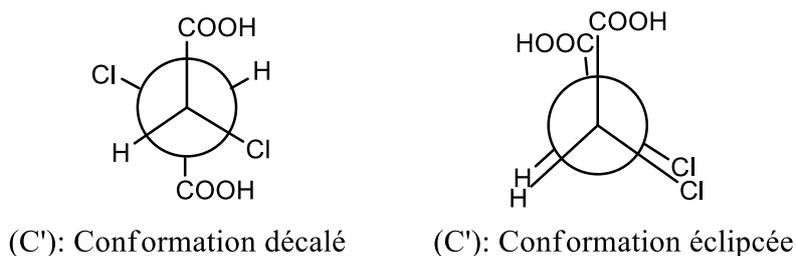
2) Molécule (A) : On à  $2C^* + \text{centre de symétrie} \Rightarrow 2^2 - 1 = 3$  Stéréoisomères.

Molécule (B) : On à  $2C^* \Rightarrow 2^2 = 4$  Stéréoisomères.

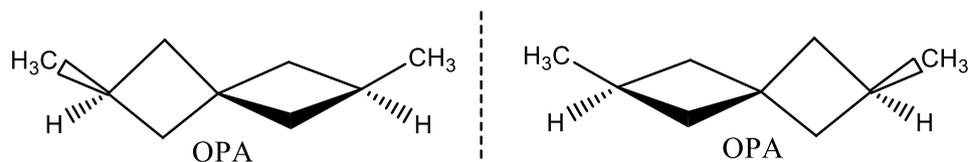
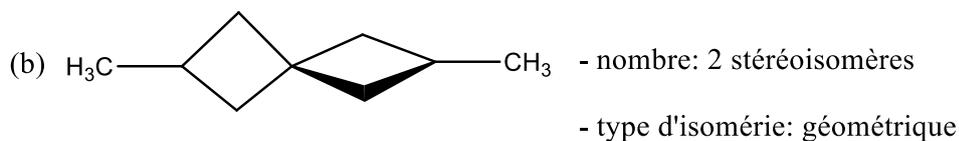
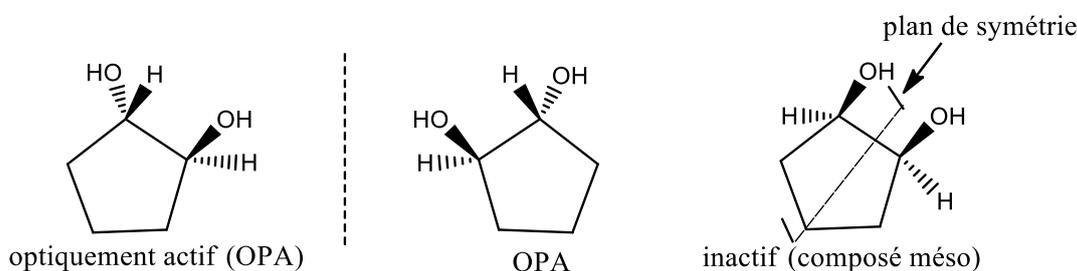
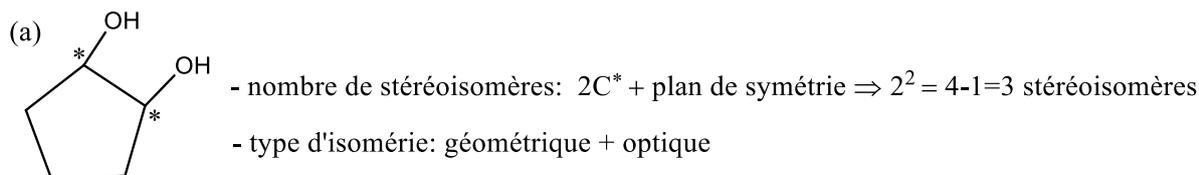
3) Le composé (C') pour qu'il est optiquement inactif il faut qu'il possède un plan de symétrie



b) Isomère conformationnel (conformère) du composé (C') en projection de Newman.

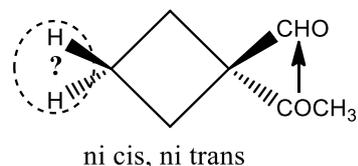
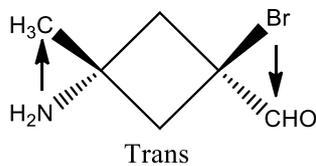
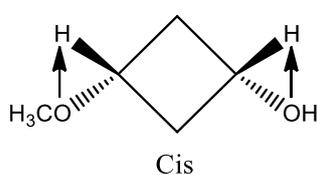
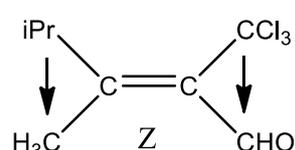
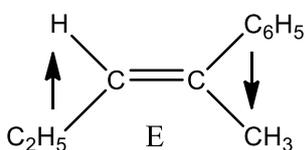
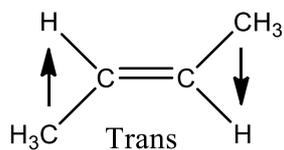


**Exercice 4**

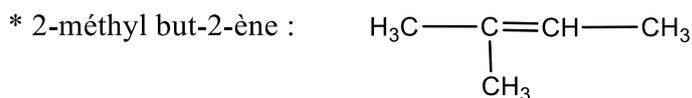


**Exercice 5**

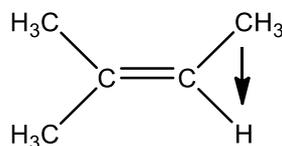
I/ La configuration géométrique des isomères suivants :



## II/ Les stéréoisomères et leur configuration

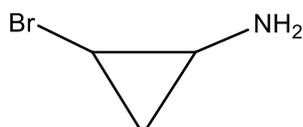


On a un seul stéréoisomère

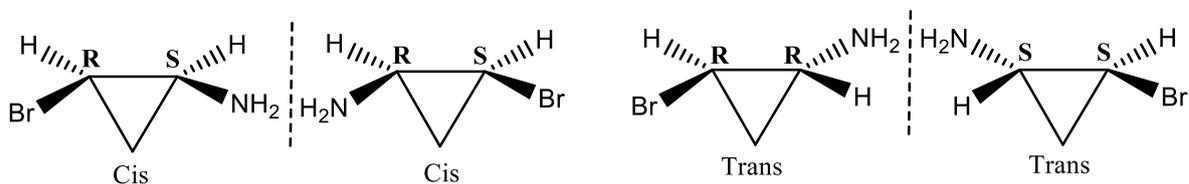


Configuration: ni E, ni Z

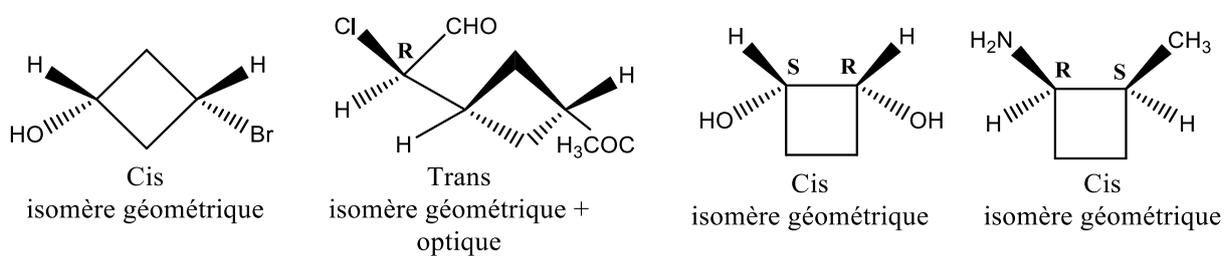
\* 2-Bromocyclopropanamine :



On a 2C\*, donc  $2^2 = 4$  stéréoisomères



## III/1- Type d'isomérisation et configurations absolues et/ ou géométriques des molécules



2- Les composés qui présentent une activité optique sont 2 et 4 car ne possèdent aucun élément de symétrie

