

Animation

1. représentation de Cram
2. représentation spatiale des molécules (Gastebois)
3. stéréoisomères de configuration (chiralité, énantiométrie).
4. stéréoisomères de conformation de l'éthane (M. Wilm).
5. exercices : déterminer la relation de stéréoisométrie
6. exercices : molécule chirale ?
7. exercice : carbone asymétrique ?

Introduction: les odeurs de menthe et de muguet sont très différentes alors qu'elles peuvent être produites par des molécules ayant la même formule semi-développée! Quel est ce mystère?

I) les différents modes de représentation

I-1 formule brute, semi-développée et développée, modèle moléculaire

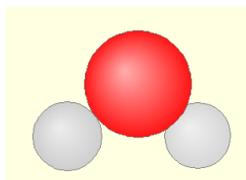
Il existe plusieurs façons de représenter une molécule:

- **la formule brute:** on écrit côte à côte les symboles des atomes qui la constituent, en précisant en indice, à droite du symbole le nombre d'atomes. Si ce nombre est égal à 1 on ne l'écrit pas.

Exemple : la molécule d'eau de formule brute H_2O : 2 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène.

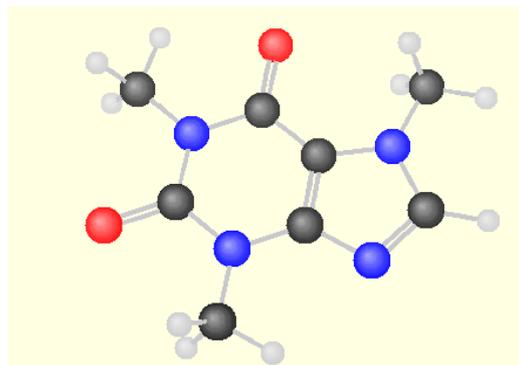
- **les modèles moléculaires:** Animation : modèles compacts et éclatés de centaines de molécules (minérale, organique, biochimique); un modèle moléculaire représente une molécule dans l'espace. On en distingue 2 types :

- **Le modèle compact :** chaque atome est représenté par une boule de couleur déterminée.



Exemple : modèle compact de l'eau de formule brute H_2O
L'atome d'oxygène est de couleur rouge, les atomes d'hydrogène sont de couleur blanche.

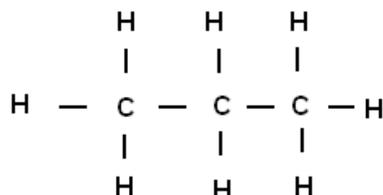
- **Le modèle éclaté :** les atomes sont représentés par des boules de couleur déterminée, les liaisons sont représentées par des barres
Exemple : modèle éclaté de la caféine



- formules développées et semi-développées :
L'enchaînement des atomes dans la molécule peut être représenté par une formule développée ou semi-développée.

Dans une formule développée, toutes les liaisons entre les différents atomes apparaissent. Dans une formule semi-développée, les liaisons concernant les atomes d'hydrogène ne sont pas représentées (pour gagner du temps et de la place!).

Exemple : le propane de formule brute C_3H_8 à pour formule développée :



Formules semi-développée : $CH_3 - CH_2 - CH_3$

I-2 formule topologique

Intérêt? La formule topologique permet de gagner du temps pour représenter une molécule.

La chaîne carbonée est représentée par une **ligne brisée** dont les **sommets** et les **extrémités** représentent les **atomes de carbone**. Une **liaison simple** est représentée par un **trait**, une double par 2 traits ... Les symboles des atomes sont représentés sauf ceux des atomes de carbone et des atomes d'hydrogène qui leur sont liés.

Exemple:

nom	formule semi-développée	formule topologique
3-chlorobut-1-ène	$\begin{array}{c} CH_3 - CH - CH = CH_2 \\ \\ Cl \end{array}$	

3-éthyl-2-méthylpentane		
2-méthylhexan-3-one		
3-méthylbutan-1-ol		

méthylpropan-2-ol		
méthane		
2-méthylbutan-2-ol		

I-3) représentation de Cram

En 1874 les chimistes J. H. Van't off et J.A. Lebel émettent l'hypothèse que l'atome de carbone est, dans de nombreuses molécules, au centre d'un tétraèdre. La représentation de **Cram** (1953) fait appel à la perspective pour visualiser les molécules dans l'espace.

Clique sur l'animation [représentation de Cram](#) et complète le texte avec les mots : avant du plan, trait, arrière du plan.

<p>Règles de la représentation de Cram</p> <p>Les liaisons dans le _____ de la feuille sont symbolisées par un _____.</p> <p>Les liaisons en _____ sont symbolisées par un triangle noir.</p> <p>Les liaisons en _____ sont symbolisées par un triangle hachuré (ou parfois par un trait en pointillé)</p> <p>Le carbone central (lié à 4 atomes ou groupe d'atomes) est placé au centre.</p>
--

Exemple:

nom	formule semi-développée ou développée	représentation de Cram
2,2-diméthylpropane		

Remarque: dans le cas d'une structure tétraédrique l'angle entre les liaisons est de 120°.

II) la stéréoisomérie

Lorsque deux molécules ont même formule brute mais une formule plane différente elles sont **isomères de constitution**.

Exercice: $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ est-il isomère de constitution avec $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$? Justifier.

Dans ce chapitre, nous nous intéresserons au cas où 2 molécules ont même formule brute et plane mais une représentation spatiale différente.

II-1 définition de la stéréoisomérie

Deux molécules sont **stéréoisomères** lorsqu'elles ont la **même formule plane** (semi développée ou développée) mais **pas la même représentation spatiale**.

Exercice : donner le nom et la formule semi-développée des 2 molécules suivantes :



Sont-elles stéréoisomères ? Justifier.

On distingue 2 types de stéréoisomères:

- les stéréoisomères de conformation
- les stéréoisomères de configuration

II-2 les stéréoisomères de conformation

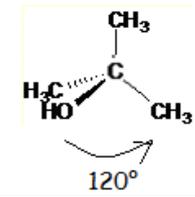
Clique sur l'animation **stéréoisomères de conformation de l'éthane (M. Wilm)**.

- 1) Combien de conformation de l'éthane existe-t-il ?
- 2) Représenter les conformations les plus stables (énergie minimale en représentation de Cram)
- 3) Expliquer pourquoi ces conformations sont plus stables que les autres.

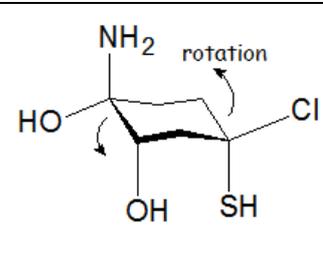
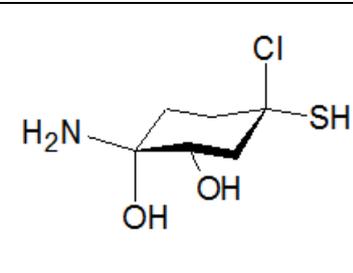
A compléter avec les mots : libre rotation, représentations spatiales, conformations, stéréoisomères de conformation, simples liaisons.

Lorsqu'une molécule A peut avoir, par _____ autour d'une liaison simple **plusieurs** _____, on dit qu'elle possède plusieurs _____. On appelle _____ d'une molécule les différentes représentations spatiales qu'elle peut prendre par suite de **libre rotation** autour de ses _____.

Exercice : dessiner la conformation 2 de la molécule suivante obtenue par rotation de 120° (par rapport à la liaison simple C-CH₃).

conformation 1	conformation 2
	

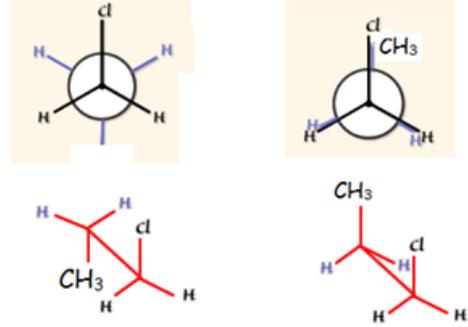
Autre exemple de la molécule suivante qui présente 2 stéréoisomères de conformation. On passe de la conformation 1 à la conformation 2 par rotation.

conformation 1	conformation 2
	

Stabilité des conformations

Exemple 1: le 1-chloropropane peut prendre 2 conformations particulières, les conformations décalées et les conformations éclipsées:

1-chloropropane



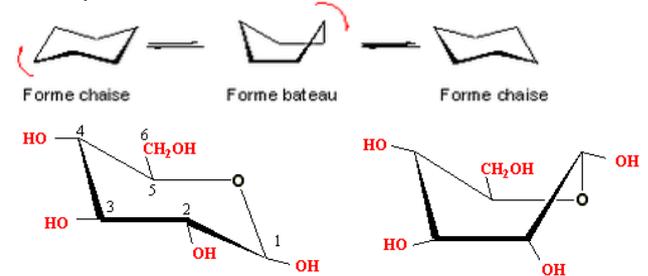
conformation décalée conformation éclipsée

Laquelle est la plus stable? Pourquoi?

La conformation la plus stable est celle pour laquelle:

- les liaisons covalentes sont les plus _____
- les interactions stériques dues aux gros substituants sont les plus _____.

Exemple 2:



CONFORMATIONS CHAISE ET BATEAU DU β-D-GLUCOPYRANOSE

Quelle est la conformation la plus stable, la forme chaise ou bateau ?

II-3 les stéréoisomères de configuration

Clique sur l'animation chiralité, **stéréoisomères de configuration**.

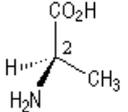
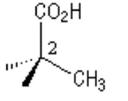
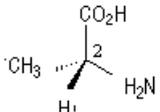
Deux stéréoisomères ont-ils la même formule plane (développée ou semi-développée) ? Ont-ils la même représentation spatiale ? Sont-ils la représentation de la même molécule ou de deux molécules différentes ?

A compléter avec les mots : différente, 2 molécules différentes, superposables.

Deux **stéréoisomères de configuration** sont _____ (à la différence des stéréoisomères de conformation qui sont 2 représentations spatiales de la même molécule)! Elles ne sont **pas** _____. Elles ont **même formule plane** mais une **représentation spatiale** _____.

Exercice :

- 1) compléter la molécule B de manière à ce qu'elle soit stéréoisomère de configuration de la molécule A
 2) Quelle relation de stéréoisomérisie la molécule C possède-t-elle avec les 2 autres ?

représentation de Cram	formule topologique
molécule A 	
molécule B 	
molécule C 	

II-4 stéréoisomères de configuration dans le cas d'un carbone asymétrique, notion de chiralité.

Clique sur l'animation [stéréoisomères de configuration \(chiralité, énantiomérisie\)](#).

- 1) L'atome de carbone central est tétraédrique (lié à 4 atomes ou groupes d'atomes différents). Les groupements sont-ils différents ? Cet atome est appelé **atome de carbone asymétrique**. Il est noté **C***.
- 2) La molécule possède-t-elle un plan de symétrie ?
- 3) Est-elle superposable à son image dans un miroir ?
- 4) Comment appelle-t-on un couple de molécules image l'une de l'autre dans un miroir mais non superposable ?

A compléter avec les mots : asymétrique, C*, tétraédrique, 4, différents, stéréoisomères de configuration, énantiomères

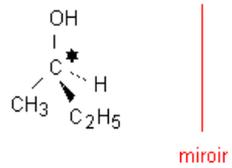
Un atome de carbone _____, noté C*, est un atome de carbone _____ lié à _____ atomes ou groupes d'atomes _____.

Une molécule possédant un atome de carbone asymétrique peut exister sous **2 configurations différentes**, image l'une de l'autre dans un miroir. Les 2 _____ correspondant sont appelés des _____. L'**énantiomérisie** est la relation entre 2 stéréoisomères de configuration images l'un de l'autre par un miroir.

Clique sur l'animation [carbone asymétrique](#). 2 énantiomères ont-ils les mêmes propriétés biochimiques ?

2 énantiomères possèdent des propriétés chimiques et physiques communes mais des propriétés _____ différentes.

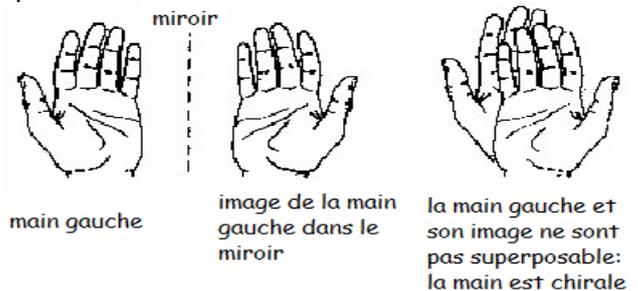
Exercice : dessiner l'énantiomère de la molécule ci-dessous. Pourquoi le carbone central est asymétrique ? Les énantiomères ont-ils un plan de symétrie ?

2 énantiomères	formule semi-développée
	

Un **objet** est **chiral** s'il répond aux 2 conditions suivantes:

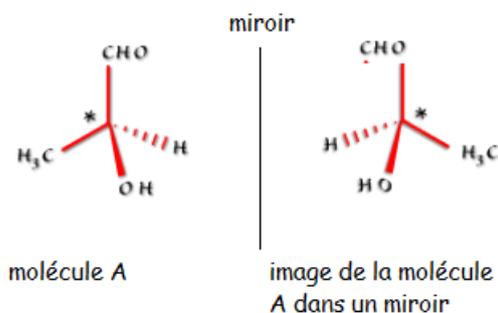
- 1) il n'est pas **superposable à son image** dans un miroir
- 2) il n'a pas de plan de symétrie.

Exemple: La main est chirale, elle n'est pas superposable à son image et qu'elle n'a pas de plan de symétrie!



Remarque: le concept de chiralité est macroscopique; il a été étendu aux molécules par Pasteur en 1948.

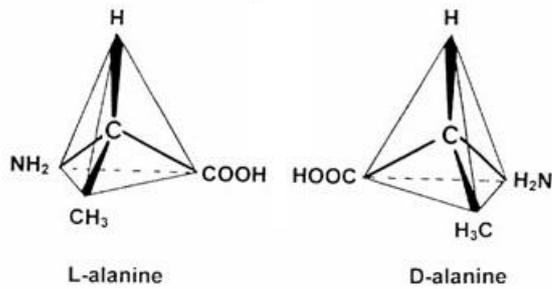
Exercice : expliquer pourquoi ces 2 molécules sont chirales.



Une molécule ne possédant qu'un seul atome de carbone asymétrique est toujours _____.

Un mélange contenant les deux énantiomères en proportions égales est appelé un **racémique**.

Exercice : soit un mélange équimolaire de l'acide aminés L-alanine et de son énantiomère la D-alanine



- 1) Quelle relation de stéréoisomérisation lie ces deux molécules ?
- 2) Possèdent-elles un carbone asymétrique ? Les noter sur les molécules si c'est le cas.
- 3) Ces molécules sont-elles chirales ? Justifier
- 4) Comment appelle-t-on ce mélange ?

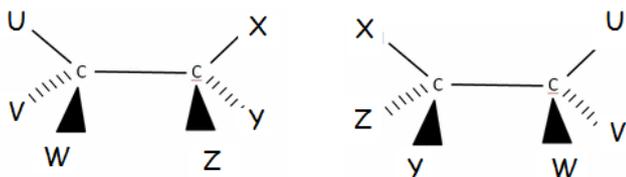
Exercice à faire à la maison :

- 1) animation : [molécule chirale ?](#)
- 2) animation : [carbone asymétrique ?](#)

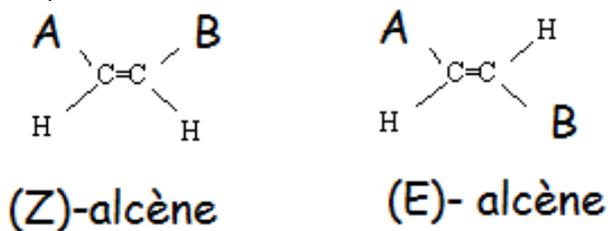
II-5 la diastéréoisomérisation, molécule à deux carbones asymétriques

Les diastéréoisomères sont des stéréoisomères de configuration qui ne sont pas des énantiomères. Ils ont même formule développée mais une représentation spatiale différente. 2 diastéréoisomères ne sont pas images l'un de l'autre dans un miroir, contrairement aux énantiomères. 2 diastéréoisomères ont des propriétés physiques et chimiques différentes

Exemple 1 :

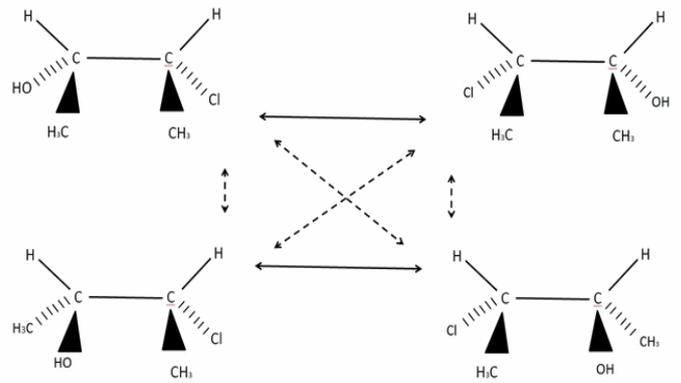


Exemple 2



Exercice: considérons les 4 espèces chimiques suivantes

- 1) Combien possèdent-elle de carbone asymétrique ? Les noter sur le dessin.
- 2) Inscrire sur les flèches la relation de stéréoisomérisation correspondante en justifiant.



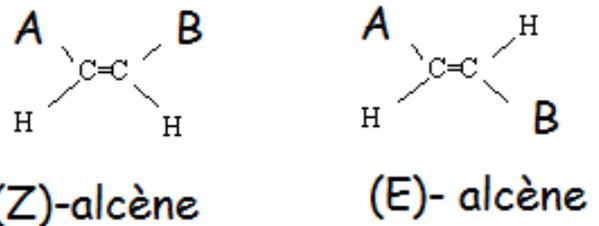
II-6 la diastéréoisomérisation Z/E

Attention ! Il n'y a pas de rotation possible autour d'une double liaison.

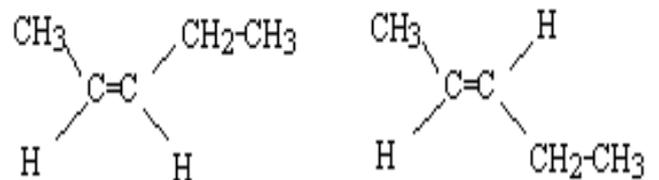
Soit un composé de formule $AHC=CHB$ avec A et B différent de H. Il existe 2 stéréoisomères de configuration appelés Z et E qui ne sont pas image l'un de l'autre dans un miroir. Il s'agit donc de deux diastéréoisomères.

- Dans le diastéréoisomère Z (zusammen qui veut dire ensemble en allemand) les deux atomes d'hydrogène se trouvent 'ensemble' du même côté de la double liaison.

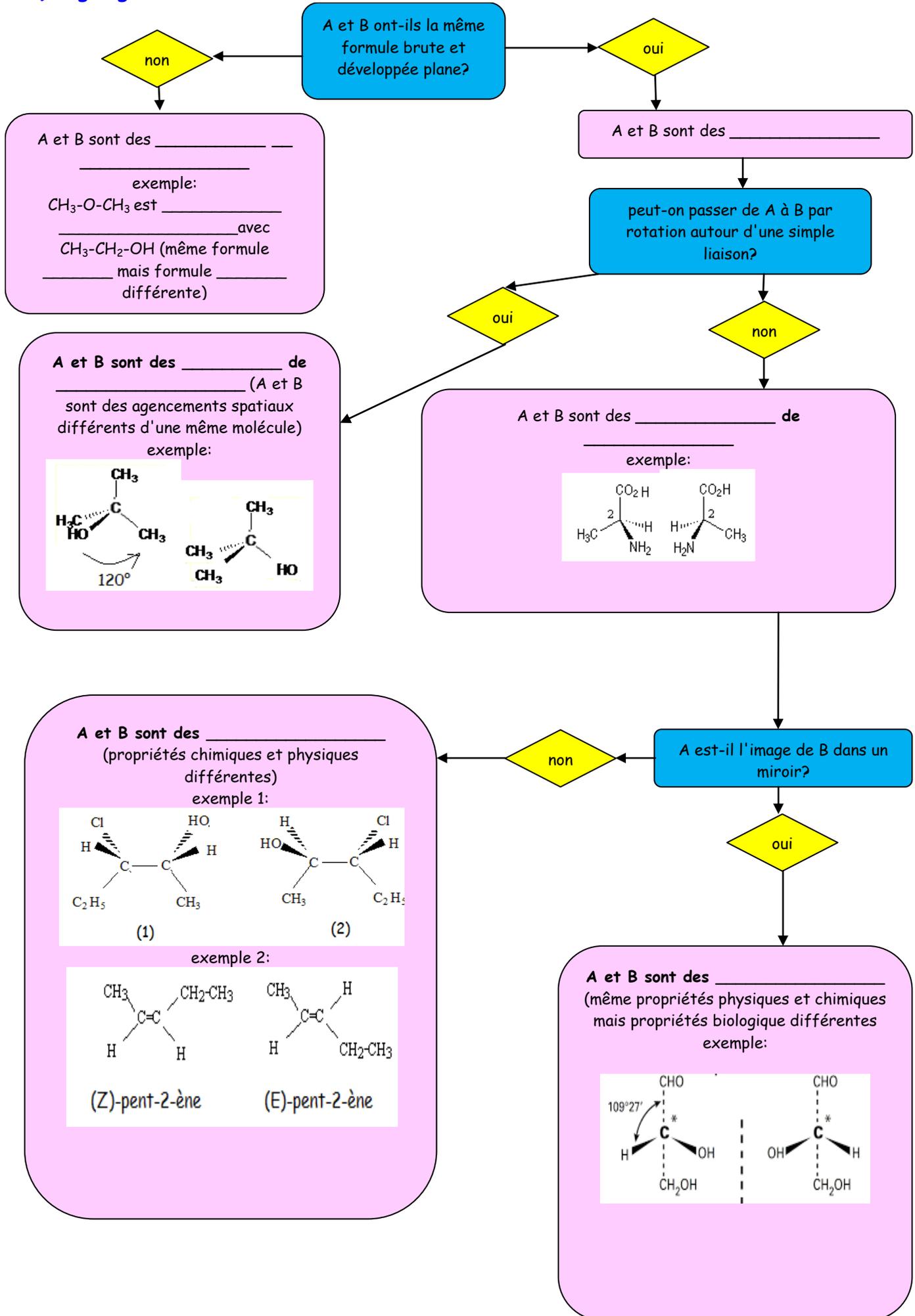
- Dans le diastéréoisomère E (entgegen qui veut dire opposé en allemand) les deux atomes d'hydrogène se trouvent de part et d'autre de la double liaison



Exercice : donner le nom des 2 composés suivants. Pourquoi sont-ils diastéréoisomères ?



III) organigramme



Programme officiel

Comprendre

Lois et modèles

Comment exploite-t-on des phénomènes périodiques pour accéder à la mesure du temps ? En quoi le concept de temps joue-t-il un rôle essentiel dans la relativité ? Quels paramètres influencent l'évolution chimique ? Comment la structure des molécules permet-elle d'interpréter leurs propriétés ? Comment les réactions en chimie organique et celles par échange de proton participent-elles de la transformation de la matière ? Comment s'effectuent les transferts d'énergie à différentes échelles ? Comment se manifeste la réalité quantique, notamment pour la lumière ?

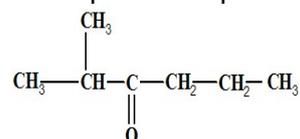
Représentation spatiale des molécules

Notions et contenus	Compétences exigibles
Chiralité : définition, approche historique.	Reconnaître des espèces chirales à partir de leur représentation.
Représentation de Cram.	Utiliser la représentation de Cram.
Carbone asymétrique. Chiralité des acides aminés.	Identifier les atomes de carbone asymétrique d'une molécule donnée.
Énantiomérie, mélange racémique, diastéréoisomérisation (Z/E, deux atomes de carbone asymétriques).	À partir d'un modèle moléculaire ou d'une représentation, reconnaître si des molécules sont identiques, énantiomères ou diastéréoisomères. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence des propriétés différentes de diastéréoisomères.</i>
Conformation : rotation autour d'une liaison simple ; conformation la plus stable.	<i>Visualiser, à partir d'un modèle moléculaire ou d'un logiciel de simulation, les différentes conformations d'une molécule.</i>
Formule topologique des molécules organiques.	Utiliser la représentation topologique des molécules organiques.

Propriétés biologiques et stéréoisomérisation.	Extraire et exploiter des informations sur : - les propriétés biologiques de stéréoisomères, - les conformations de molécules biologiques, pour mettre en évidence l'importance de la stéréoisomérisation dans la nature.
--	---

Préparer le DS

1) Savoir dessiner une formule topologique en prenant l'exemple du composé ci-dessous :



2) Représenter le 2,2-diméthylpropane en représentation de Cram

3) Quand est-ce que 2 molécules sont isomères de constitution ?

4) Quand est-ce que 2 molécules sont stéréoisomères ? Quelles sont les 2 types de stéréoisomérisation ?

5) Entre 2 stéréoisomères de conformation lequel est le plus stable ?

6) Qu'est-ce qu'un carbone asymétrique ?

7) Quand est-ce que 2 molécules sont énantiomères ?

8) Quand est-ce qu'une molécule est chirale ?

9) Qu'appelle-t-on un racémique ?

10) Quand dit-on que deux molécules forment un couple de diastéréoisomère ?

11) Définir un couple de diastéréoisomère Z/E.

12) Cliquez sur [l'animation](#) et effectuez 10 exercices.