

LC03 : Structure spatiale des molécules

Prérequis :

- Isométrie
- VSEPR
- Représentation de Cram
-

Niveau : CPGE

Bibliographie :

-  *Tout-en-un, PCSI, Dunod*, B. Fosset, J-B. Baudin, F. Lahitète [1]
-  *Sirius, Terminale S, Nathan* [2]
-  *PCSI, HPrépa*, A. Durupthy [3]
-  Cours isométrie Première STL [4]
-  Cours structure spatiale Terminale STL [5]

Rapports de jury :

Nouvelle leçon de 2021

Table des matières

1	Stéréoisométrie	2
1.1	Carbone asymétrique	2
1.2	Énantiomérie	2
1.3	Diastéréoisométrie	3
2	Propriétés physico-chimiques	3
2.1	Propriétés des énantiomères	3
2.2	Propriétés des diastéréoisomères	3
3	Idées de manipulations :	5
3.1	Pouvoir rotatoire du limonène	5
3.2	Point de fusion des acides maléique et fumarique	5
3.3	Solubilité des acides maléique et fumarique	5
3.4	Acidité des acides maléique et fumarique	6
4	Remarques et questions	6
5	Préparation pour les questions	6
6	Compléments et programme	7

Introduction

Prérequis : Isomérisation

Prérequis : VSEPR

Prérequis : Représentation de Cram

- Introduction historique avec ce qu'a fait Pasteur ou par expérience ?
- Rappel définitions : isomérisation, digramme, stéréoisomérisation de configuration
- Diapo : Rappels des différents types d'isomères
- Rappel des différentes méthodes de représentation
- Importance de la structure vis à vis des propriétés
- Expliquer pourquoi on va s'intéresser plutôt aux carbonés

Problématique : Quelle est l'influence de la structure spatiale d'une molécule sur les propriétés physico-chimiques ?

Proposition de plan :

1 Stéréoisomérisation

1.1 Carbone asymétrique

Exemples et définitions dans le [1]

- Rappels sur la représentation de Cram (liaisons, le fait que cela serve pour faire une représentation plane d'une structure dans l'espace, et ici dans ce cas particulier autour d'un carbone, d'après VSEPR sera tétraédrique)
- Diapo : Rappels représentation de Cram
- Définition d'un carbone asymétrique
- Montrer que l'on peut avoir deux molécules différentes et que l'on ne passe pas de l'une à l'autre par rotation autour des liaisons.
- Nécessité de définir une notation pour différencier les deux formes
- Nécessité de définir des règles pour classer les groupements autour du carbone central
- Règles CIP sur un exemple simple
- Puis descripteur stéréochimique (page 428 du [1]) du carbone

Transition : On vient de voir qu'un carbone asymétrique peut engendrer deux molécules et on constate qu'elles sont image l'une de l'autre dans un miroir. C'est une forme de stéréoisomérisation de configuration que l'on appelle énantiomérisation.

1.2 Énantiomérisation

- Définition + exemple simple + tout le vocabulaire associé (relation d'énantiomérisation) (*Définitions page 183 du [3]*)
- Condition pour avoir des molécules énantiomères (1 carbone asymétrique ou plus si pas d'élément de symétrie ? ? ? ?)

- chiralité
- Cas des acides aminés
- Exemple avec deux carbones asymétriques on voit que certains ont des relations d'énantiomérisation et d'autres non *page 300 du [2]*

Transition : Si pas énantiomérisation c'est quoi ?

1.3 Diastéréoisomérie

- Définition + exemple simple + tout le vocabulaire associé (relation de diastéréoisomérie) (*Définitions page 185 du [3]*)
- Condition pour avoir des molécules diastéréoisomères (2 carbones asymétriques ou double liaison) → A une autre nomenclature *page 439 du [1]*
- Explication la notation Z et E (avec règles CIP aussi)

Transition : Intérêt d'être capable de représenter les molécules ayant des structures spatiales différentes = car elles peuvent plus ou moins avoir des propriétés différentes.

2 Propriétés physico-chimiques

2.1 Propriétés des énantiomères

page 433 du [1]

- Propriétés physiques similaires
- Propriétés chimiques similaires sauf si réactif chiral (comme les enzymes)
- Propriété : activité optique, loi de Biot
- [Diapo : Principe, explication manip](#)
- **Manip : Pouvoir rotatoire du limonène**
- Attention les dextrogyre et levogyre n'ont pas de lien avec R et S
- On perçoit deux odeurs pour le limonène car nos récepteurs sont chiraux, modèle clé serrure *page 299 du [2]*

A la fin parler du fait que le limonène donne deux odeurs.

Transition : Les énantiomères sont des molécules assez peu différentes c'est pourquoi elles ont beaucoup de propriétés physico-chimiques similaires, mais les diastéréoisomères peuvent être très différents. On va donc voir quelles vont être les conséquences.

2.2 Propriétés des diastéréoisomères

page 440 du [1]

- Propriétés physiques et chimiques différentes
- Exemple de propriétés sur l'acide fumarique et l'acide maléique (cf. CR Fabien et *page 186 du [3]*)
- [Diapo : Principe de la manip](#)
- **Manip : Point de fusion des acides maléique et fumarique**
- [Diapo : Principe de la manip](#)
- **Manip : Solubilité des acides maléique et fumarique**
- [Diapo : Principe de la manip](#)
- **Manip : Acidité des acides maléique et fumarique**
- Explications à partir de la structure

Conclusion :

Ouverture sur les conformations. Et sur la biologie.

3 Idées de manipulations :

3.1 Pouvoir rotatoire du limonène

Suivre le protocole du cahier.

Objectif :

Produits	Matériel
Enantiopur R	Polarimètre de Laurent
Enantiopur S	
Ethanol absolu	

En préparation :

- ✓ Préparer les solutions

En direct :

- ✓ Mesurer leur pouvoir rotatoire
- ✓ Montrer qu'il sont opposés ?

3.2 Point de fusion des acides maléique et fumarique

Objectif :

Produits	Matériel
Acide maléique	Banc Kofler
Acide fumarique	

En direct :

- ✓ On fait la mesure pour l'acide maléique

3.3 Solubilité des acides maléique et fumarique

Objectif :

Produits	Matériel
eau	tube à essai
acide maléique	
acide fumarique	

En préparation :

- ✓ Juste tester la manip ?

En direct :

- ✓ On montre que l'acide fumarique se solubilise mieux dans l'eau que l'acide maléique (liaisons H)

3.4 Acidité des acides maléique et fumarique

Suivre le protocole du Fosset.

Objectif :

Produits	Matériel
acide maléique	pH-mètre
acide fumarique	
soude à 0.1mol/L	

En préparation :

- ✓ Faire les titrages pour les montrer en direct ou les faire en direct ?

En direct :

✓

4 Remarques et questions

Remarques :

Questions :

5 Préparation pour les questions

Notions associées :

- ✂ Excès énantiomérique : p_{435} du [1]

6 Compléments et programme

Constitution de la matière

• De la **structure** spatiale des espèces chimiques à leurs propriétés physiques

Les schémas de Lewis, déjà abordés en classe de seconde, sont exploités afin de prévoir la géométrie de molécules ou d'ions constitués d'éléments des trois premières lignes de la classification périodique, dans le cadre de la théorie VSEPR. Ce premier modèle permet d'interpréter certaines propriétés physiques des espèces chimiques, avec des allers-retours entre l'échelle macroscopique et l'échelle microscopique.

Une attention particulière est accordée aux molécules organiques afin de familiariser les élèves avec des molécules rencontrées notamment en biochimie-biologie et leurs différentes représentations.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Schéma de Lewis d'une molécule ou d'un ion. Théorie VSEPR.	<ul style="list-style-type: none"> - Interpréter ou établir le schéma de Lewis de molécules ou d'ions contenant des doublets liants, doublets non-liants, doubles liaisons, triples liaisons. - Utiliser la théorie VSEPR pour déterminer la géométrie d'espèces de formules chimiques AX_nE_m, avec $n+m \leq 4$, l'atome central étant donné. - Écrire des formes mésomères des ions nitrate et carbonate pour interpréter leur géométrie. <p>Capacité numérique : utiliser un logiciel de représentation moléculaire pour visualiser une molécule.</p>
Électronégativité, liaison covalente polarisée. Polarité d'une molécule. Liaisons intermoléculaires. Lien entre structure et propriétés physiques.	<ul style="list-style-type: none"> - Représenter les charges partielles localisées sur les atomes d'une liaison covalente en utilisant des valeurs d'électronégativité tabulées. - Relier la polarité éventuelle d'une molécule et sa géométrie. - Définir et identifier les liaisons hydrogène et de Van der Waals ; représenter les liaisons hydrogène. - Connaître et comparer les ordres de grandeur des énergies des liaisons intermoléculaires et covalentes. - Interpréter ou classer qualitativement les valeurs des températures ou des énergies de changement d'état d'espèces chimiques en comparant leurs structures.
Formules chimiques de molécules organiques : chaîne carbonée, groupe caractéristique. Isomérisation. Représentation de Cram. Conformations.	<ul style="list-style-type: none"> - Écrire les formules développées, semi-développées et topologiques de molécules organiques. - Repérer les groupes caractéristiques dans une formule chimique donnée. - Identifier des isomères de chaîne, de position ou de fonction. - Dessiner la représentation de Cram de différents conformères non cycliques. <p>Capacités expérimentales/numériques : construire, à partir de modèles moléculaires ou à l'aide d'un logiciel de représentation, différentes conformations d'une même molécule.</p>
Fonction chimique. Nomenclature de molécules organiques. Acide α -aminé, acide gras.	<ul style="list-style-type: none"> - Associer les fonctions alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique et amine à un groupe caractéristique. - Associer le nom d'une molécule organique non cyclique à sa formule semi-développée. - Identifier et représenter un acide α-aminé et un acide gras.

FIGURE 1 – Programme de Première STL

Constitution de la matière

- **Structure spatiale des espèces chimiques**

Cette partie du programme est l'occasion de revenir sur la notion d'atome de carbone asymétrique abordée en classe de première et sur la géométrie des molécules. Les notions de chiralité et de diastéréoisomérisation sont introduites en complément de la notion d'énantiomérisation. Elles sont primordiales pour l'étude des synthèses chimiques dans lesquelles la géométrie des molécules joue un rôle important. Le monde du vivant est asymétrique, la plupart des biomolécules étant chirales. Les processus biologiques (catalyse enzymatique, reconnaissance récepteur-hormone ou neurotransmetteur ...) discriminent les différents stéréoisomères, ce qui induit des réponses physiologiques différentes. Ces notions ont des implications dans les domaines pharmaceutique, agro-alimentaire ou de la bioproduction.

© Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse > www.education.gouv.fr

Physique-chimie et mathématiques de terminale STL



Notions et contenus	Capacités exigibles
Représentations spatiales. Chiralité. Diastéréoisomérisation, énantiomérisation. Règles de Cahn, Ingold et Prelog (CIP). Configuration absolue R et S. Isomérisation Z et E.	<ul style="list-style-type: none"> - Représenter une molécule en perspective de Cram avec plusieurs atomes de carbone asymétriques. - Définir une molécule chirale. - Représenter des énantiomères ou des diastéréoisomères. - Déterminer la configuration absolue d'un atome de carbone asymétrique. - Identifier des couples d'énantiomères et des diastéréoisomères. - Extraire et exploiter des informations sur les propriétés biologiques de stéréoisomères. <p>Capacités expérimentale et numérique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Repérer une molécule chirale. - Identifier les relations d'énantiomérisation et de diastéréoisomérisation entre différents stéréoisomères sur des modèles moléculaires ou en utilisant un logiciel de représentation moléculaire.

Transformation de la matière

FIGURE 2 – Programme de Terminale STL

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
Comment la structure chimique des protéines détermine-t-elle leur action ?	
<p>Structure et stéréochimie des acides aminés. Carbone asymétrique. Représentation spatiale. Chiralité, énantiomérisation.</p> <p>Peptides et liaison peptidique.</p>	<p>Définir un acide α-aminé. Reconnaître quelques groupes caractéristiques dans les formules de certains acides aminés. Définir un atome de carbone asymétrique, savoir le repérer dans une molécule. <i>Utiliser des modèles moléculaires ou un logiciel de simulation.</i> Énoncer la propriété de chiralité. Identifier deux énantiomères à l'aide des représentations de Cram et de Fischer. Connaître la nomenclature D et L d'un acide α-aminé. Écrire l'équation de la réaction de condensation entre deux acides α-aminés et donner le nom des dipeptides susceptibles de se former. Repérer la liaison peptidique. Retrouver les formules des acides aminés constituant un peptide.</p>

FIGURE 3 – Programme de Chimie, Biologie et Physiopathologie humaine de Terminale ST2S