

Thème : COMPRENDRE – Lois et modèles Structure et transformation de la matière
Type de ressources : Documents
Notions et contenus : Structure et transformation de la matière
Compétence travaillée ou évaluée : extraire et exploiter des informations
Nature de l'activité : Documents et pistes d'utilisation en lien avec les milieux biologiques
Résumé : <ul style="list-style-type: none"> - Se rendre compte de l'importance de la stéréoisométrie dans la nature au travers de quelques exemples. - Documents pour illustrer le programme.
Mots clés : stéréochimie ; molécules ; représentation spatiale ; chiralité ; énantiométrie ; carbone asymétrique ; histoire des sciences ; acide aminé ; protéine ; diastéréoisométrie ; formule topologique ; représentation de CRAM ; groupes caractéristiques.
Académie où a été produite la ressource : LILLE

BIBLIOGRAPHIE et RESSOURCES UTILISEES

- La Biochimie de Lubert Stryer (Edition Médecine-Sciences Flammarion)
- Traité de chimie organique de Vollhardt (Edition De Boeck Université)
- Revue Découverte du Palais des Sciences sur la Bioluminescence (n°329).
- <http://www.universcience-vod.fr/media/4089/lucioles-et-bioluminescence.html?spage=1&search=bioluminescence>
- http://www.academie-sciences.fr/fondations/lp_public6.htm (notes de Pasteur à propos du travail de Piutti).
- Document 4 de l'activité 3 : représentation symbolique de l'asparagine et du tissu nerveux. (adaptation d'un schéma de Pietrick Hudhomme, professeur à l'Université d'Angers)
- Animation : http://www.ac-creteil.fr/biotechnologies/doc_biochemistry-chirality.htm

PHOTOS :

- www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i154fraval2.pdf (*ver luisant*)
- http://phototheque.inra.fr/inra/DocVisuMult.do?sw0=citron&searchSet=base&SearchMode=visu_rech_doc_glob&Module=Rech-Simple&visuCour=DocPC&selToStore=2&actionAWS=RGEtap2&HistoLabel=citron&HistoLevel=1 (*orange et citron*)
- http://phototheque.inra.fr/inra/DocVisuMult.do?sw0=asperge&searchSet=base&SearchMode=visu_rech_doc_glob&Module=Rech-Simple&visuCour=DocPC&selToStore=2&actionAWS=RGEtap2&HistoLabel=asperge&HistoLevel=1 (*asperge*)
- Classification périodique des éléments : http://archives.universcience.fr/francais/ala_cite/expo/tempo/aluminium/science/mendeleiev/

LOGICIELS UTILISES POUR LA REPRESENTATION DES MOLECULES :

Chemsketch et Avogadro

Structure et transformation de la matière Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Représentation spatiale des molécules Chiralité : définition, approche historique. Représentation de Cram. Carbone asymétrique. Chiralité des acides α-aminés. Énantiomérie, mélange racémique, diastéréoisomérisation (<i>Z/E</i>, deux atomes de carbone asymétriques). Conformation : rotation autour d'une liaison simple ; conformation la plus stable. Formule topologique des molécules organiques. Propriétés biologiques et stéréoisomérisation.</p>	<p>Reconnaître des espèces chirales à partir de leur représentation. Utiliser la représentation de Cram. Identifier les atomes de carbone asymétrique d'une molécule donnée. 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> <i>Visualiser, à partir d'un modèle moléculaire ou d'un logiciel de simulation, les différentes conformations d'une molécule.</i> Utiliser la représentation topologique des molécules organiques. 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.</p>

Table des matières

FIAT LUX (C* et énantiomérie)	3
MAIS AU FAIT, QU'EST-CE QU'UNE ENZYME ? (acides aminés : C*; groupes fonctionnels).....	5
TOUS LES GOÛTS SONT DANS LA NATURE (énantiomérisation, diastéréoisomérisation, liaison peptidique)	6

ACTIVITE 1 : FIAT LUX !



Petit Ver luisant européen
Cliché B. Martha à //arthrops.free.fr

Document 1 :

La luciole, aussi appelée ver luisant, émet une lumière verte. Cette lumière est émise par les derniers segments abdominaux de l'insecte et a pour but d'attirer les mâles en période de reproduction.

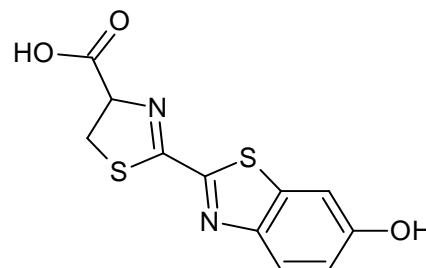
En 1885 le médecin et pharmacien français Raphaël Dubois étudie la luminescence d'une espèce de luciole *Pyrophorus* de Jamaïque et découvre que l'émission de lumière résulte d'une réaction chimique (en présence de dioxygène) entre deux substances : une enzyme (la luciférase) et son substrat (la luciférine).

Document 2 :

A screenshot of a periodic table of elements. The table is color-coded by groups: Group 1 (H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) is green; Groups 2-10 are blue; Groups 11-12 are yellow; Groups 13-18 are purple. The table includes atomic numbers, symbols, and names. A search bar at the top left shows 'H' (Hydrogène) selected. The title 'TABLEAU PERIODIQUE DES ELEMENTS' is visible at the top right.

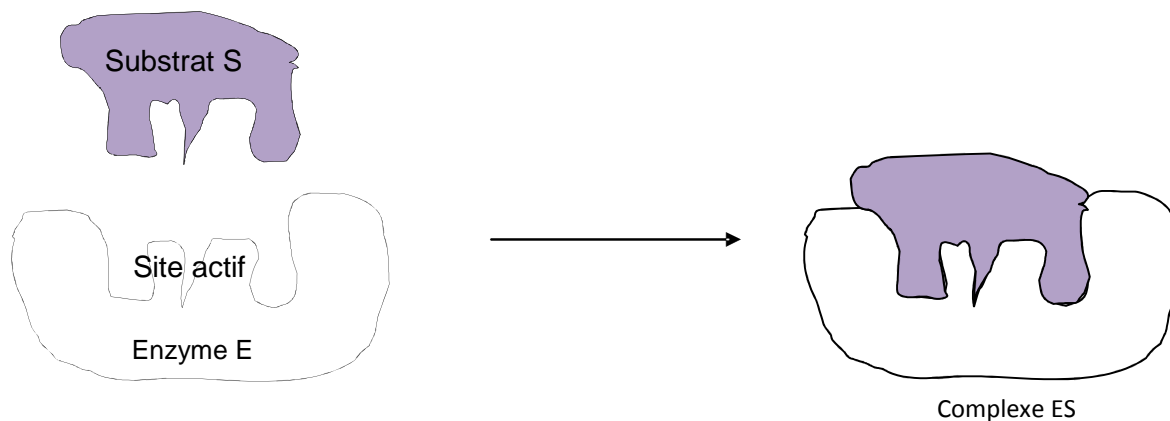
Document 3 :

Formule topologique de la molécule de luciférine



Document 4 : Quel est le mode d'action (simplifié) d'une enzyme ?

L'action de la plupart des enzymes est très spécifique, notamment vis-à-vis du substrat. L'enzyme et le substrat ne peuvent interagir que si le site actif de l'enzyme a une forme complémentaire de celle du substrat : sur le même principe qu'une serrure et une clé.



A l'aide des différents documents fournis, répondre aux questions suivantes :

- 1) Ecrire la formule semi-développée de la molécule de luciférine.
- 2) Cette molécule est dite chirale. Expliquer.
- 3) Identifier l'atome de carbone qui lui confère cette chiralité.
- 4) En utilisant la représentation de CRAM au niveau de l'atome de carbone repéré, représenter les énantiomères de la molécule de luciférine. (Vous pourrez vous aider d'un logiciel de simulation.)
- 5) La luciférase peut-elle réagir avec les deux formes énantiomères représentées ? Justifier la réponse.

ACTIVITE 2 : MAIS AU FAIT, QU'EST-CE QU'UNE ENZYME ?

Une **enzyme** est un catalyseur des réactions dans les systèmes biologiques. C'est une remarquable machine moléculaire sans laquelle les transformations chimiques ne pourraient se dérouler dans un organisme vivant. Une enzyme est une protéine.

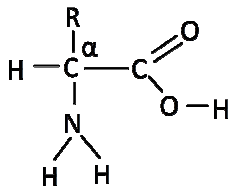
Les **protéines** (du grec *prôtos*, de premier rang) sont essentielles dans le monde du vivant. Elles entrent notamment dans la composition des cellules animales. Elles sont constituées d'enchaînements linéaires d'acides aminés. Ces enchaînements sont de longueur variable, quelques dizaines à quelques milliers d'acides aminés.

Les principaux acides aminés participant à la synthèse des protéines sont au nombre de vingt.

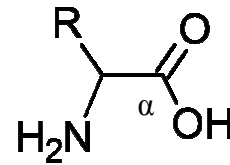
Un **acide α -aminé** est un composé organique dont la molécule comporte le groupe amine et le groupe carboxyle fixés sur le même atome de carbone : le carbone α (2^{ème} atome de carbone dans la chaîne carbonée principale).

La formule générale d'un acide α -aminé est la suivante :

Formule développée



Formule topologique



Questions :

- 1) Identifier les groupes caractéristiques présents dans un acide α -aminé. Les entourer sur la formule topologique et les nommer.
- 2) Justifier le nom « *d'acide aminé* » donné à ce composé.
- 3) Le tableau ci-dessous regroupe six des vingt principaux acides α -aminés. Cinq d'entre eux sont des molécules qui existent sous deux formes énantiomères. Trouver l'intrus ...

Nom	Symbole	Formule topologique
Acide aspartique	Asp	
Alanine	Ala	
Asparagine	Asn	
Glycine	Gly	
Phénylalanine	Phe	
Valine	Val	



Le saviez-vous ?

En biochimie, on représente souvent les acides aminés à pH = 7, d'où la forme ionisée observée.

ACTIVITE 3 : TOUS LES GOÛTS (ET LES ODEURS) SONT DANS LA NATURE ...

Document 1 :

Extrait des travaux de Louis Pasteur publiés dans les Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences (1886).

M. PASTEUR ajoute les observations suivantes à propos du travail de M. Piutti :

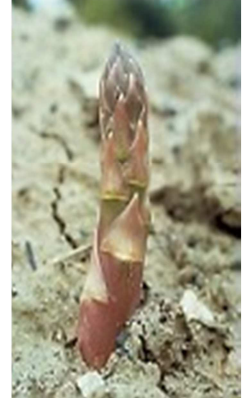
« Pourquoi cette grande différence dans la saveur des deux asparagines? On pourrait peut-être supposer l'existence d'une isomérisie toute spéciale. Je pense autrement. Je serais très porté à croire, au contraire, qu'il faut rapprocher ce fait physiologique de cet autre que, si deux corps dissymétriques inverses offrent dans leurs combinaisons avec des corps inactifs des propriétés chimiques et physiques absolument semblables et même identiques, ces mêmes corps dissymétriques inverses donnent des combinaisons tout à fait différentes de propriétés quand ils s'unissent à des corps eux-mêmes dissymétriques et actifs sur la lumière polarisée.

» Le corps actif dissymétrique qui interviendrait dans l'impression nerveuse, traduite par une saveur sucrée dans un cas et presque insipide dans l'autre, ne serait autre chose, suivant moi, que la matière nerveuse elle-même, matière dissymétrique comme toutes les substances primordiales de la vie : albumine, fibrine, gélatine, etc.

Document 2 :

L'énantiomère naturel de l'asparagine, présent dans les jeunes asperges, a un goût amer, caractéristique de l'asperge.

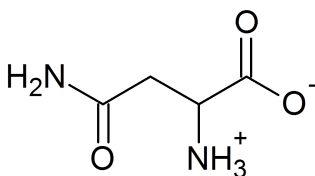
L'autre énantiomère, synthétique, a un goût sucré.



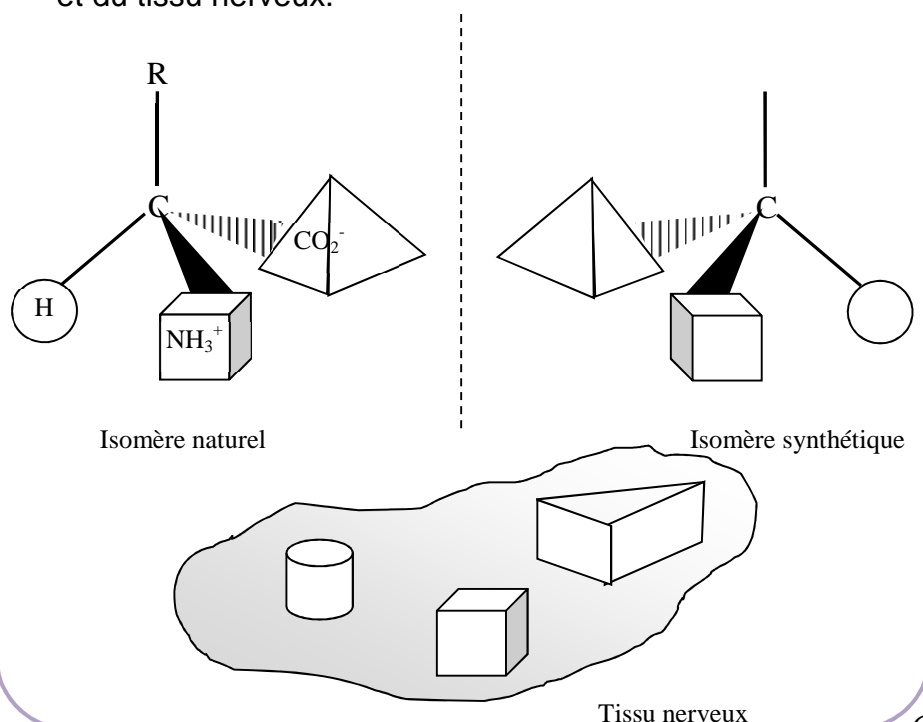
Asperge (INRA)

Document 3 :

Formule topologique de la molécule d'asparagine



Document 4: représentation symbolique de l'asparagine et du tissu nerveux.

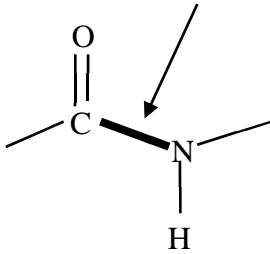


Document 5 :

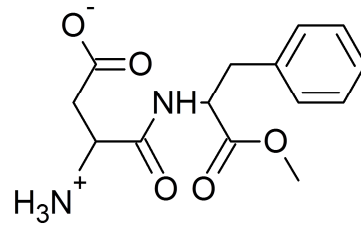
L'aspartame est un édulcorant utilisé dans les régimes hypocaloriques : il a un pouvoir sucrant environ deux cents fois supérieur à celui du saccharose. Cette molécule organique de synthèse est un dipeptide composé de deux acides aminés reliés par une liaison peptidique.

L'un des stéréoisomères de l'aspartame présente un goût sucré alors que les trois autres ont un goût amer.

Document 6 : liaison peptidique


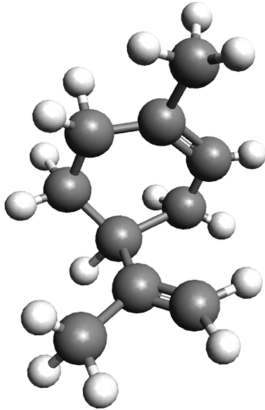

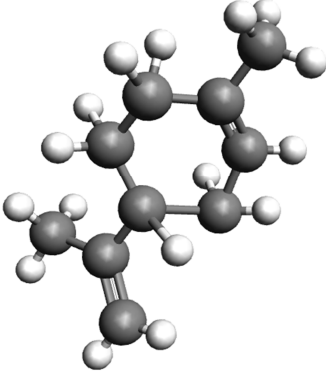


Document 7 : Formule de l'aspartame



Document 8 :

Dans le cas du limonène, l'un des énantiomères donne l'odeur au citron et l'autre donne l'odeur à l'orange (voir tableau ci-dessous).

	Fruit	Représentation spatiale du limonène	Représentation de Cram
Enantiomère n°1	<p>Citron (INRA)</p> 		
Enantiomère n°2	<p>Orange (INRA)</p> 		

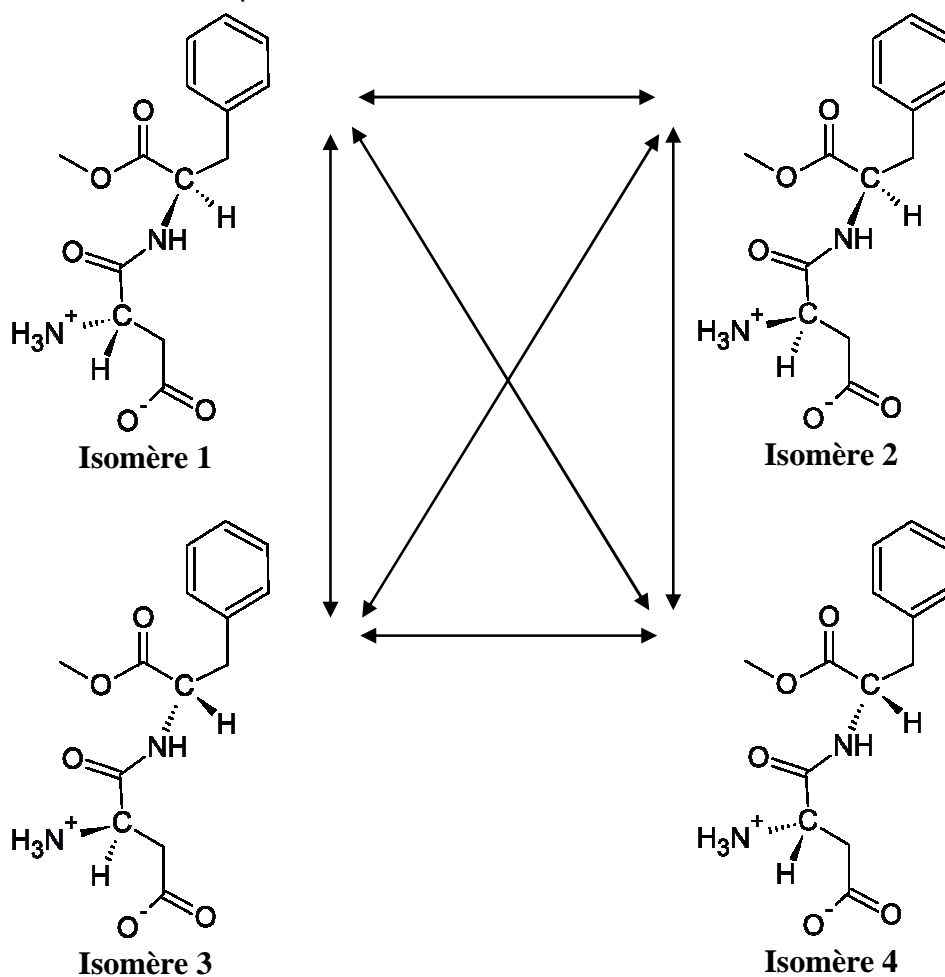
ANALYSE DES DOCUMENTS :

I) L'ASPARAGINE

- I.1) Le document 4 donne la représentation symbolique des deux stéréoisomères de l'asparagine (isomère naturel et isomère synthétique) ainsi que celle du tissu nerveux.
- Ecrire la formule semi-développée du groupe R.
 - Compléter la représentation symbolique de l'isomère synthétique de l'asparagine.
- I.2) Expliquer en quoi la suggestion de Louis Pasteur sur la structure du tissu nerveux et la stéréochimie des deux molécules d'asparagine permettent de comprendre la différence de saveur observée. Vous pourrez vous aider de l'animation suivante : http://www.ac-creteil.fr/biotechnologies/doc_biochemistry-chirality.htm
- I.3) La structure du tissu nerveux représentée sur le document 4 permet-elle de percevoir le goût sucré ou le goût amer ? Expliquer.

II) L'ASPARTAME

- II.1) Repérer la liaison peptidique dans la molécule d'aspartame.
- II.2) Identifier les deux acides α -aminés constituant cette molécule. L'un d'eux a subi une modification. Quel est cet acide α -aminé ? Préciser la modification.
- II.3) L'aspartame possède 4 stéréoisomères dont les représentations de CRAM sont données ci-dessous.
- Pourquoi l'aspartame possède-t-il 4 stéréoisomères alors que l'asparagine n'en possède que deux ?
 - Reconnaître les stéréoisomères qui sont énantiomères. Justifier la réponse.
 - Reconnaître ceux qui sont diastéréoisomères. Justifier la réponse.
 - Compléter alors le schéma en faisant apparaître sur les flèches la relation de stéréoisomérisation qui lie ces 4 molécules.



III) LE LIMONENE

Compléter le document 8 en donnant la représentation de CRAM (au niveau du carbone asymétrique) de chaque énantiomère de la molécule de limonène.

IV) Les saveurs et les odeurs des énantiomères peuvent être différentes. Expliquer le rôle joué par les récepteurs gustatifs et olfactifs.