

### Stéréochimie et chiralité

#### Préambule

Extrait du programme d'enseignement spécifique de physique-chimie de la série scientifique en classe terminale ([Bulletin officiel spécial n°8 du 13 octobre 2011](#))

#### Structure et transformation de la matière

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p><b>Représentation spatiale des molécules</b></p> <p>[...]</p> <p>Carbone asymétrique. Chiralité des acides <math>\alpha</math>-aminés.</p> <p>Énantiométrie, mélange racémique, diastéréoisométrie (<i>Z/E</i>, deux atomes de carbone asymétriques).</p> <p>[...]</p> <p>Propriétés biologiques et stéréoisométrie.</p>	<p>Identifier les atomes de carbone asymétrique d'une molécule donnée.</p> <p>À partir d'un modèle moléculaire ou d'une représentation reconnaître si des molécules sont identiques, énantiomères ou diastéréoisomères.</p> <p>[...]</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• les propriétés biologiques de stéréoisomères,</li> <li>• les conformations de molécules biologiques, pour mettre en évidence l'importance de la stéréoisométrie dans la nature.</li> </ul>

#### Résumé

Il s'agit d'extraire et d'exploiter l'information issue d'un article scientifique sur une méthode d'estimation de l'âge au décès par la racémisation d'un acide aminé.

#### Mots clefs :

Chiralité, énantiométrie.

#### Compétences abordées

Cette activité permet d'évaluer les compétences suivantes :

Compétences attendues :	1	2	3	4
1 – non maîtrisées				
2 – insuffisamment maîtrisées				
3 – maîtrisées				
4 – bien maîtrisées				
Rechercher, extraire et exploiter l'information				
Raisonner, argumenter et faire preuve d'esprit critique				

## 1. Pistes d'étude

---

- Rechercher la structure de l'acide aspartique. A la lecture de cette structure, comment peut-on reconnaître qu'elle est chirale ?
- Que signifie « racémisation de l'acide aspartique » ? Argumenter votre réponse.
- Quelle est l'hypothèse de recherche de ce groupe de travail ?
- Y-a-t-il une relation entre l'âge et le taux de racémisation ? Si oui, laquelle ?
- L'hypothèse du groupe de travail est-elle validée ?
- Est-il possible de déterminer l'âge au moment du décès avec cette méthode ?

## 2. Document

---

### **Estimation de l'âge au décès par la racémisation de l'acide aspartique contenu dans les dents**

(d'après un article de recherche : Goulet J., Cirimele V., Kintz P., Tracqui A., Hutt J.-M., Kaempf C. et Ludes B ; Institut de Médecine Légale de Strasbourg, 11 rue Humann, 67085 Strasbourg [www.smlc.asso.fr/fileadmin/user\\_upload/Enseignements/Odontologie\\_medico\\_legale/estimation\\_age\\_deces.pdf](http://www.smlc.asso.fr/fileadmin/user_upload/Enseignements/Odontologie_medico_legale/estimation_age_deces.pdf))

L'estimation de l'âge par la mesure du taux de racémisation de l'acide aspartique a déjà été proposée par Mörnstad (1994), Ogino et al. (1988) ou encore Ohtani et al. (1998). La racémisation est une conversion stéréoisomérique de la forme L des acides aminés vers leur forme D.

Les acides aminés existent sous deux formes énantiomériques : la forme Dextrogyre dévie le plan de polarisation de la lumière vers la droite et la forme Lévoogyre vers la gauche. Hormis cette propriété optique, les deux molécules possèdent les mêmes propriétés physicochimiques.

La forme L de ces molécules est principalement synthétisée chez les organismes vivants. Quand les acides aminés ne sont pas renouvelés (à la mort de l'individu ou dans les tissus calcifiés), la forme D apparaît jusqu'à atteindre un équilibre racémique (50% de chaque forme). Ce phénomène, corrélé avec le temps, subit l'influence de facteurs comme le pH et la température.

La méthode d'analyse consiste à extraire l'acide aspartique et à séparer les 2 énantiomères. Par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse il est possible de calculer le ratio  $D/(D+L)$

Lors de ce travail 17 échantillons de dents provenant d'extractions effectuées par des praticiens sur 6 hommes et 11 femmes ont été analysés. Les sujets sont âgés de 17 à 85 ans avec une représentation maximale pour les individus entre 40 et 60 ans.

Tous les types de dent (incisive, canine, prémolaire ou molaire) ont servi à la détermination des taux de racémisation. Les dents ont été broyées dans leur ensemble et utilisées même si des traces de pathologie (caries notamment) étaient présentes.

[...]

Le tableau n°1 présente les résultats obtenus pour l'acide aspartique. Pour les sujets de 17 à 85 ans, le ratio  $D/(D+L)$  de l'acide aspartique varie entre 0,035 (soit 3,5% de racémisation) et 0,087 (soit 8,7% de racémisation). Les écarts sont faibles mais permettent tout de même d'estimer l'âge.

Sexe	Age	D / (D+L)
Femme	17	0,032
Homme	28	0,056
Homme	29	0,046
Femme	42	0,051
Femme	43	0,051
Femme	43	0,053
Femme	45	0,058
Femme	46	0,055
Femme	48	0,061
Homme	53	0,064
Femme	54	0,055
Femme	55	0,06
Homme	57	0,064
Homme	66	0,066
Femme	70	0,07
Homme	73	0,087
Femme	85	0,072

**Tableau :** Variation du ratio D/(D+L) de l'acide aspartique en fonction de l'âge. [...]

En conclusion, nous pouvons dire qu'il devrait être possible d'estimer l'âge au moment du décès dans des affaires médico-légales, même si la méthode d'estimation nécessite encore d'être affinée. Il faudra cependant confirmer les premiers résultats par l'étude d'un plus grand nombre d'échantillons.

L'intervalle de confiance des estimations de l'âge varie selon les auteurs. Il serait possible pour certains auteurs d'estimer l'âge d'individu à 3 ans près avec cette méthode (Ohtani et al., 1991). Pour d'autres, au contraire, il faudrait observer un intervalle de 15 ans (Carolan et al., 1997).

Une estimation sûre de l'âge par le taux de racémisation constituerait une information importante pour guider les recherches médico-légales et compléterait d'autres techniques visant à déterminer l'âge d'individus adultes.

Enfin, une même dent donne suffisamment de poudre pour estimer l'âge avec cette méthode, mais également pour effectuer les analyses génétiques, voire toxicologiques, qui s'avèreraient nécessaires aux besoins de l'enquête.