

LC 14 : Molécules d'intérêt biologique

Armel JOUAN, Géraud DUPUY

May 22, 2021

Niveau : Lycée

Prérequis :

- Fonctions chimiques
- Equation bilan
- Polarité d'une molécule
- Liaisons covalentes et ioniques

Introduction/Notions importantes

Définir ce qu'est une molécule d'intérêt biologique, donner un cadre à la leçon ⇒ exemple de la respiration : transport du dioxygène par une protéine, combustion avec le glucose (glucide). Messages importants : définir les constituants essentiels à la vie : protéines, glucides et lipides + molécules annexes (vitamines et oligo-éléments). Mettre en avant les rôles et les liens dans l'organisme :

- Protéines : structure de l'organisme, notion de chiralité
- Glucides : libèrent de l'énergie pour le fonctionnement de l'organisme.
- Lipides : formation de structures biologiques — cellules, organites — délimitées par des membranes constituées principalement de lipides et stockage de l'énergie métabolique par lipogenèse à partir des glucides.

1 Les glucides et les lipides, sources d'énergie

1.1 Structure des glucides

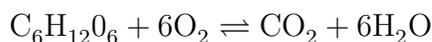
- Définition glucide
- **Sur diapo** : différents types de glucides (simples et complexes, exemples de glucose, fructose et saccharose), formes cyclique et linéaire (exemples du glucose et du fructose).
- Mise en évidence de carbones asymétriques. Propriété des énantiomères : pouvoir rotatoire (définition). Deux énantiomères ont un pouvoir rotatoire opposé ; lien avec lévogyre et dextrogyr (termes pas au programme, pour la culture).
- **Sur diapo** :
 - Polarimètre de Laurent
 - Loi de Biot
 - Protocole de la mesure.
- **Manip (1)** : Mesure du pouvoir rotatoire d'une solution de D-saccharose de concentration connue.

1.2 Transformations par l'organisme

- Définition réaction d'hydrolyse : glucide complexe + eau \rightleftharpoons glucides simples
- **Sur diapo** : exemple saccharose + eau \rightleftharpoons glucose + fructose
- Dans le cas des glucides, on forme des glucides simples à partir d'un glucide complexe.
- **Sur diapo** :
 - exemple de l'hydrolyse du D-saccharose
 - Protocole de la manip
 - Test à la liqueur de Fehling
- **Manip (2)** : Révélation de l'aldéhyde dans les produits de la réaction avec la liqueur de Fehling et le décapeur thermique.

1.3 Combustion du glucose

- Equilibrer la réaction au tableau :



- **Sur diapo :**
 - Schéma récapitulatif sur un muscle
 - Energie libérée en kJ/mol.

1.4 Stockage de l'énergie

- La combustion des glucides permet d'obtenir de l'énergie "instantanée", mais on ne mange pas tout le temps !
- Le stockage de l'énergie se fait grâce aux lipides [1] (exemples au programme : acides gras saturés ou insaturés, des triglycérides, stérols)
- Les lipides, comme les glucides complexes, sont cependant difficiles à hydrolyser. La réponse de l'organisme est de catalyser cette réactions avec des enzymes : c'est la catalyse enzymatique.

Transition : les enzymes appartiennent à une autre famille de molécules d'intérêt biologique : les protéines.

2 Les protéines

2.1 Les acides α -aminés

- Définition acide α -aminé (acide, amine, résidu).
- Dans le cas où le résidu est différent des autres substituants, on a un carbone asymétrique et donc une chiralité de la molécule.
- Exemple avec modèles moléculaires des deux énantiomères de l'alanine.
- Représentation de Fischer (**sur diapo**), application à l'alanine.
- Nomenclature L et D en fonction de la position de l'amine (pas de lien avec le caractère lévogyre/dextrogyre !). Rque : les acides α -aminés naturels sont L.
- Digression sur la chiralité dans le vivant : capteurs olfactifs (limonène), réaction sur les sucres dont on a mis en avant la chiralité par le biais du pouvoir rotatoire.

2.2 Synthèse peptidique

- Réaction de condensation : exemple au tableau avec deux acides α -aminés. Formation d'un dipeptide, liaison peptidique.
- **Sur diapo :**
 - polypeptides
 - structures primaire, secondaire et tertiaire des protéines
 - Retour sur l'hémoglobine, structure tertiaire.
- Protéine = macromolécule formée d'une ou plusieurs chaînes de plus de 50 acides α -aminés.
- Structure tertiaire : responsable des propriétés biologiques des protéines. Exemple de l'hémoglobine qui va acheminer O_2
- Nombreuses autres propriétés (cf [2]).

Conclusion

Possibilités d'ouverture vers :

- les vitamines [3] et les oligo-éléments
- les médicaments et la notion de chiralité : ibuprofène, pénicilline, thalidomide, etc. Lien avec les notions de la LC03.
- problèmes de compréhension du repliement des protéines : folding @ home qui a explosé pendant le confinement

Manipulations, Ressources

- (1) Mesure du pouvoir rotatoire d'une solution de D-saccharose, vérification de la loi de Biot (cf LC03).
- (2) Révélation de l'aldéhyde dans les produits de la réaction avec la liqueur de Fehling et le décapeur thermique. L'hydrolyse acide est réalisée avec un montage de chauffage à reflux (50 mL de saccharose à 30g/L + 5 mL acide chlorhydrique à 2 mol/L) chauffé pendant 1/2h. Liqueur de Fehling : faire un mélange équivalent de solution A et de solution B, l'ajouter (en mêmes proportions que les produits) aux différents produits à tester (glucose, saccharose non hydrolysé, saccharose hydrolysé) et chauffer au décapeur thermique, observer les colorations.

Bibliographie

- 1 Glucides et lipides, des sources d'énergie pour l'organisme :
<https://planet-vie.ens.fr/thematiques/cellules-et-molecules/metabolisme-cellulaire/glucides-et-lipides-des-sources-d-energie>
- 2 Fonctions des protéines :
https://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction_des_prot%C3%A9ines
- 3 Vitamines :
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Vitamine>

BO

- 1ere ST2S, Thème 2, Quelle est la structure des molécules d'intérêt biologique ?
- Terminale ST2S, Thème 3, le rôle des biomolécules et des oligoéléments dans l'organisme pour une alimentation responsable.
- 1ere et Term STL : loi de Biot, identifier l'espèce prédominante d'un couple acide/base en fonction du pH du milieu et du pKa du couple, notamment dans le cas des acides α -aminés, solution tampon

Notions sur lesquelles se refaire une petite culture, questions types

- Nomenclature L/D, R/S, l/d, +/- ...
- Représentation de Fischer

- Molécules permettant le stockage de l'énergie ? Comment cette énergie est-elle libérée ?
- Programme utilisé ? 1ere et term ST2S + term STL pour la loi de Biot.
- Forme rencontrée pour les acides α -aminés en milieu aqueux ? Avoir le diagramme de prédominance en tête avec les deux acidités (amine et acide carbo).
- Problème dans la synthèse d'un polypeptide de plus de 2 acides α -aminés ? Produits croisés, comme pour aldolisation/cétolisation.
- Nombre fini d'acides aminés naturels ?
- Autres exemples d'application des protéines ?