

# LC 14 – Molécules d'intérêt biologique

11 juin 2021

Antoine Chauchat & Valentin Dorel

## Niveau : Lycée, ST2S

## Bibliographie

 ,

→

## Prérequis

•

## Expériences



## Programmes

## Table des matières

|          |                                         |           |
|----------|-----------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Les acides gras et le savon</b>      | <b>4</b>  |
| 1.1      | Synthèse du savon . . . . .             | 4         |
| 1.2      | Propriété du savon . . . . .            | 5         |
| <b>2</b> | <b>Les glucides</b>                     | <b>7</b>  |
| 2.1      | Définitions et propriétés . . . . .     | 7         |
| 2.2      | L'exemple du glucose . . . . .          | 8         |
| <b>3</b> | <b>Les protides</b>                     | <b>9</b>  |
| 3.1      | Acide alpha aminé et protéine . . . . . | 9         |
| <b>4</b> | <b>Questions et commentaires</b>        | <b>10</b> |
| 4.1      | Questions . . . . .                     | 10        |
| 4.2      | Commentaires . . . . .                  | 10        |

| Quelle est la structure des molécules d'intérêt biologique ?                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Glucides                                                                                                                           | Identifier quelques fonctions présentes dans les glucides, les lipides, les protéines.<br>Savoir que les molécules de glucose, de fructose et de lactose existent sous forme linéaire ou cyclique.<br><i>Mettre en œuvre un protocole permettant de différencier les fonctions aldéhyde et cétone dans les glucides.</i> |
| Lipides à partir des exemples des acides gras saturés ou insaturés, des triglycérides, des stérols                                 | Définir un acide gras, un triglycéride.<br>Commenter la structure saturée ou insaturée de quelques acides gras : acide $\alpha$ -linoléique, acide palmitique, acide oléique, acide stéarique.                                                                                                                           |
| Acides alpha aminés, protéines                                                                                                     | Définir un acide alpha aminé.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Polypeptides, liaison peptidique                                                                                                   | Identifier une liaison peptidique. Identifier les acides aminés constitutifs d'un polypeptide.                                                                                                                                                                                                                           |
| Urée                                                                                                                               | Savoir que l'urée est le produit de dégradation des protéines.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Vitamines                                                                                                                          | <i>Mettre en évidence les propriétés chimiques de la vitamine C en lien avec ses fonctions chimiques.</i>                                                                                                                                                                                                                |
| Comment les transformations biochimiques des aliments produisent-elles de l'énergie ?                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Aspect énergétique des transformations biochimiques                                                                                | Exploiter la valeur énergétique délivrée par la transformation des glucides, des lipides, des protides. Faire le lien avec la propriété des glucides de constituer les principales sources d'énergie.                                                                                                                    |
| Transformations du glucose dans l'organisme                                                                                        | Écrire les équations chimiques des transformations du glucose en filière aérobie et anaérobie.                                                                                                                                                                                                                           |
| Réaction de combustion                                                                                                             | Définir une réaction de combustion, écrire et exploiter son équation. Traiter les cas du glucose et de l'acide pyruvique.                                                                                                                                                                                                |
| Réaction d'hydrolyse                                                                                                               | Définir une réaction d'hydrolyse, exploiter son équation.<br>Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse du lactose.<br>Mettre en lien la transformation des nutriments et la demande en dioxygène chez le sportif.                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Le rôle des biomolécules dans l'organisme pour une prévention sanitaire efficace</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Notions et contenus                                                                                                                | Connaissances et capacités exigibles<br>Activités expérimentales supports de la formation                                                                                                                                                                                                                                |
| Comment les glucides sont-ils stockés et transformés dans l'organisme ?                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Classification des glucides : glucides simples et complexes. Isomérisation des glucides                                            | Définir un glucide simple et un glucide complexe. Identifier les fonctions chimiques présentes dans un glucide.<br>Reconnaître des isomères.                                                                                                                                                                             |
| Transformation chimique des glucides complexes : hydrolyse acide, hydrolyse enzymatique                                            | Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse d'un glucide complexe.<br><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental d'hydrolyse d'un glucide complexe.</i><br><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour réaliser sans formalisme une étude cinétique de l'hydrolyse de l'amidon.</i>                             |
| Condensation du glucose en glycogène                                                                                               | Définir un polymère. Reconnaître un polymère du glucose. S'approprier et analyser des documents relatifs au stockage des glucides par l'organisme, à leur teneur et au contrôle de la glycémie.                                                                                                                          |

Fig. 1 : Programme de Première ST2S



|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Structure tridimensionnelle des protéines.                                                     | Exploiter des documents sur le lien entre structure tridimensionnelle et action des protéines dans l'organisme.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Comment la structure des lipides influe-t-elle sur la santé ?</b>                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Structure d'un acide gras.<br>Triglycérides.<br>Hydrolyse et saponification des triglycérides. | Distinguer les acides gras saturés et insaturés.<br>Donner la définition d'un triglycéride. Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse et de saponification d'un triglycéride. Faire un bilan de matière. Calculer un rendement.<br><i>Mettre en œuvre un protocole de saponification d'un corps gras.</i><br>Extraire des informations sur les propriétés comparées de corps gras alimentaires telles que la dégradation à la chaleur.<br>Analyser les liens entre structure des acides gras et les effets sur la santé.                                                                      |
| Un exemple de stérol : le cholestérol.                                                         | Analyser la structure du cholestérol et commenter ses propriétés de solubilité en lien avec son transport dans le corps.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Quelles sont les doses de vitamines et d'oligoéléments nécessaires à l'être humain ?</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Eau, transporteur de nutriments.<br>Vitamines et oligoéléments.                                | Comparer les structures moléculaires des vitamines A, C et D pour définir leurs propriétés liposolubles ou hydrosolubles.<br>Interpréter des informations relatives au déséquilibre ionique consécutif à une déshydratation.<br>Interpréter sommairement un ionogramme sanguin.<br>Relier le caractère liposoluble ou hydrosoluble d'une vitamine au besoin journalier.<br><i>Pratiquer une démarche expérimentale mettant en évidence la solubilité des vitamines.</i><br><i>Mettre en œuvre un dosage par titrage pour déterminer la teneur en vitamine C d'un aliment ou d'un médicament.</i> |
| <b>Comment les additifs alimentaires influencent-ils les choix de consommation ?</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Colorants alimentaires.<br>Texturants alimentaires.<br>Arômes alimentaires.                    | Extraire, à partir de documents, des informations sur les colorants et les texturants alimentaires E : couleur, autorisation, effets connus, etc.<br><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour identifier et doser par étalonnage un colorant alimentaire.</i><br>Analyser des informations concernant les arômes naturels et de synthèse.                                                                                                                                                                                                                                               |

Fig. 2 : Programme de Terminale ST2S

## Introduction

Les molécules ont un rôle primordial dans le monde vivant, ce sont elles qui permettent le fonctionnement de tous les organismes et notamment la conversion d'énergie pour l'exploiter à l'avantage de l'organisme. On va dans cette leçon illustrer différentes molécules d'intérêt biologiques selon plusieurs aspects.

## 1 Les acides gras et le savon

### 1.1 Synthèse du savon

On connaît tous le savon et son utilité primordiale pour l'hygiène, on va voir comment on l'obtient.

**Définition** Un savon est un sel de sodium d'une molécule composée d'une longue chaîne hydrocarbonnée portant une fonction acide carboxylique à l'une de ses extrémités, sa formule typique est donc  $R-COO-Na^+$ .

On l'obtient à partir de *triglycérides* présents dans les graisses animales et les huiles végétales.

**Définitions** Un *acide gras* est un acide carboxylique à chaîne aliphatique.

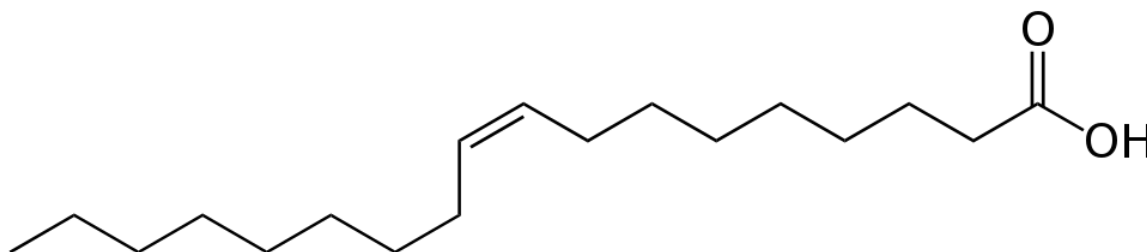


Fig. 3 : L'acide oléique est un acide gras.

Un *triglycéride* est un glycéride dans lequel les trois groupes hydroxyle du glycérol sont estérifiés par des acides gras.

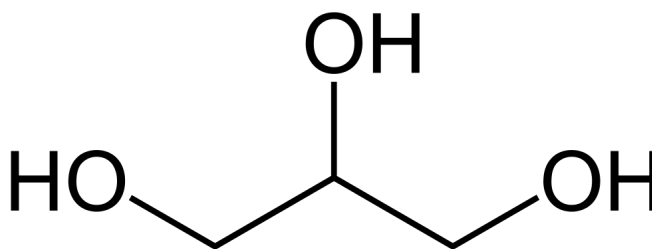


Fig. 4 : Formule topologique du glycérol

Le glycérol possède trois groupement hydroxyle, un triglycéride possède trois fonctions ester.

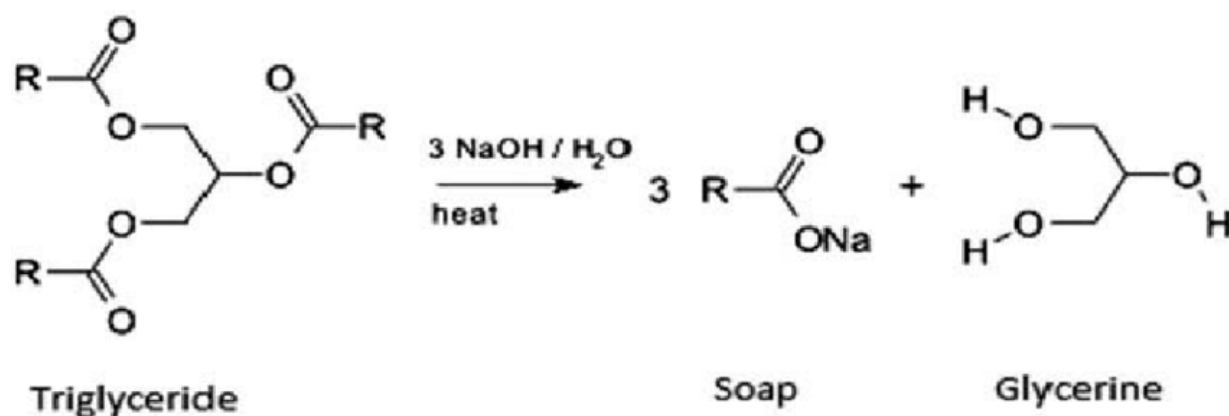


Fig. 6 : Bilan de la saponification d'un triglycéride.

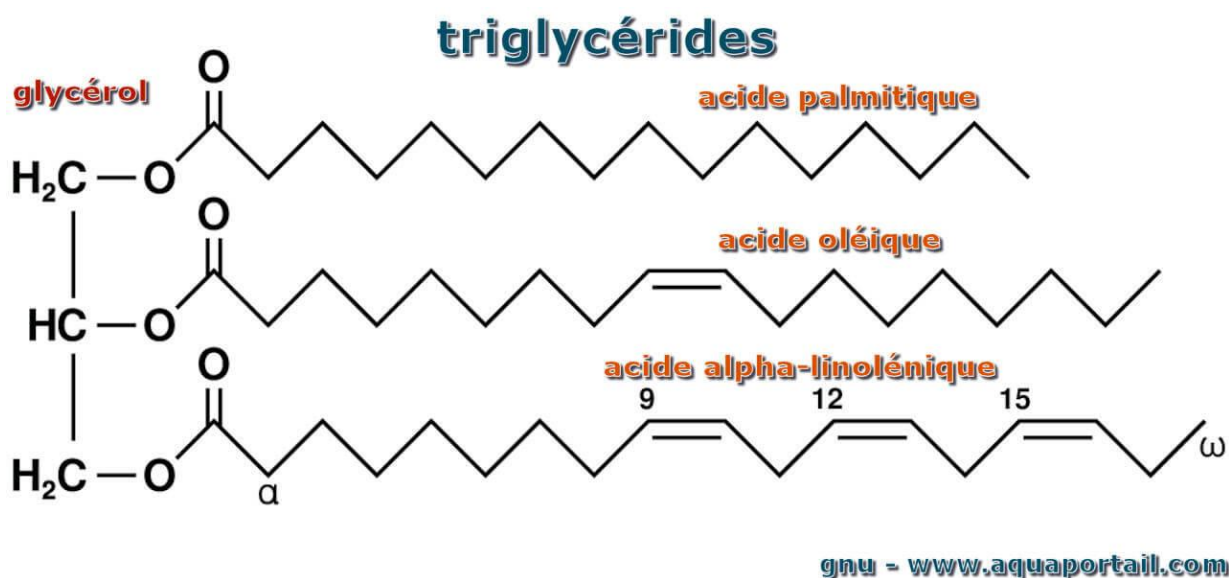


Fig. 5 : Exemple de triglycéride

On distingue les acides gras *saturés* des acides gras *insaturés*. Les acides saturés n'ont que des liaisons C–C simples alors que les acides insaturés possèdent au moins une liaison double C=C. Comme on le voit **Figure 5** l'acide oléique est un acide gras insaturé, on le retrouve en grande quantité dans l'huile d'olive. L'acide palmitique, rencontré dans l'huile de palme est saturé.

On obtient savon par action de la soude NaOH sur un triglycéride, c'est une *saponification*.

Illustrons ça avec une manipulation

### Saponification d'huile d'olive

Porteu de Buchère

Très rapide d'après Corinne

On saponifie de 3 mL d'huile d'olive avec 2 mL de soude et 1 mL d'éthanol.

On fait l'étape de lavage et de filtration sur Büchner avec de la saumure. On fait un schéma de la filtration.

## 1.2 Propriété du savon

**Définition** Le savon est une molécule *amphiphile*. Une telle molécule possède une extrémité liposoluble et une hydrosoluble. Si on a un mélange d'huile et d'eau, une telle molécule se place à l'interface entre les deux phases, c'est donc un *tensioactif*. Elle va alors favoriser la formation de bulles, et donc faire mousser.

On illustre ça avec un schéma.

Le savon permet de former des *micelles* et donc de « solubiliser » la phase grasse.

On peut faire la démonstration avec le savon synthétisé.

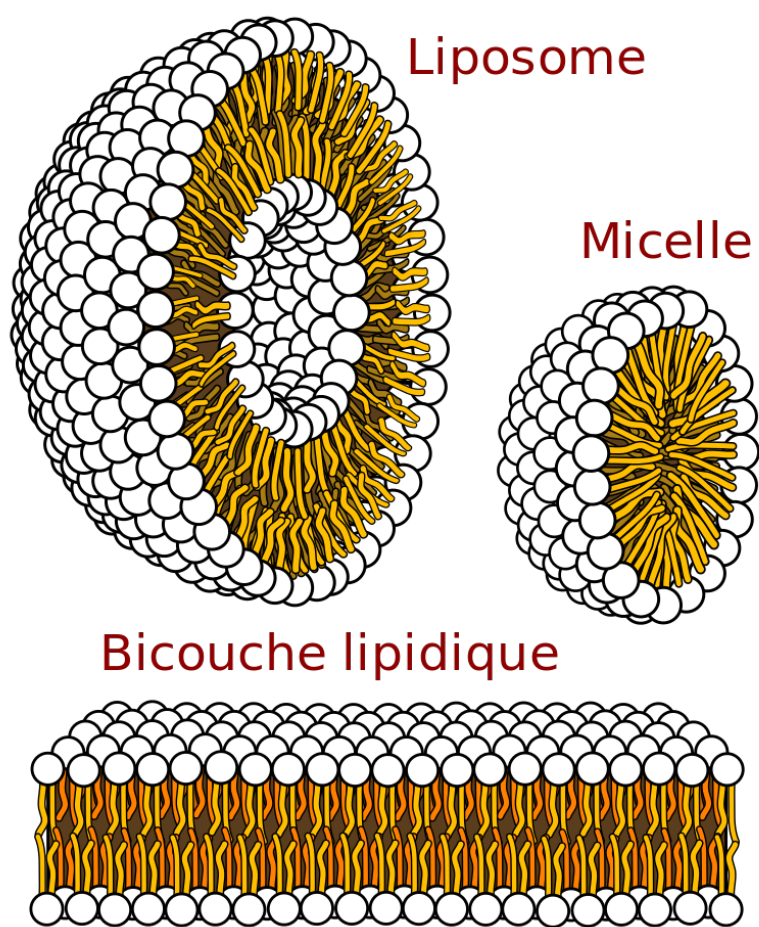


Fig. 7 : Schéma de micelles

La formation de liposome est le constituant fondamental pour l'apparition de la vie, qui délimite un intérieur et un extérieur.

Les acide gras sont donc des molécules importantes à la fois pour l'hygiène et pour la nutrition. Une classe de molécules importante en nutrition sont les glucides.

## 2 Les glucides

### 2.1 Définitions et propriétés

**Définition :** l'IUPAC définit les *glucoses* comme une classe de composés organiques contenant un groupe carbonyle et au moins deux groupes hydroxyles. On peut montrer deux exemples courants de glucides, le glucose et le fructose.

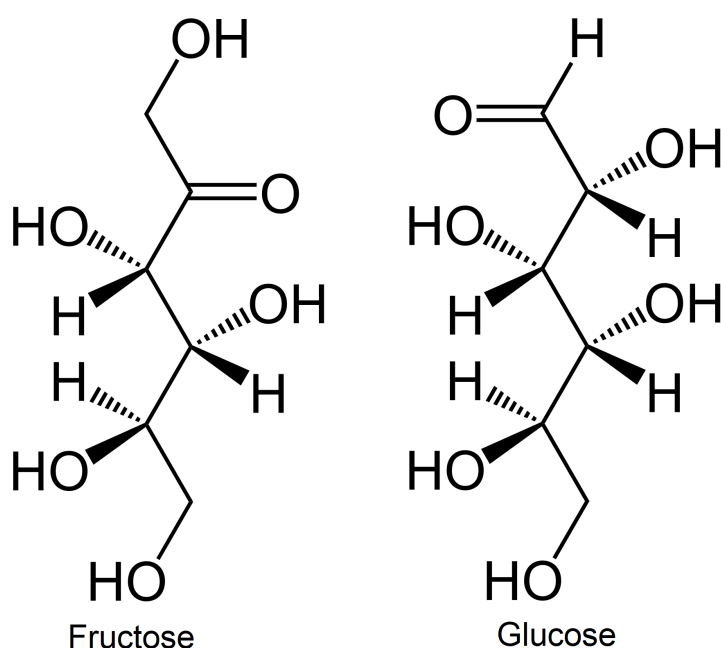


Fig. 8 : Représentations topologiques des formes linéaires du fructose et du glucose

Le glucose et le fructose sont des *isomères de fonction* (aldéhyde pour le glucose et cétone pour le fructose). Comme on le voit sur ces représentations les glucides sont des molécules polaires pouvant également former de nombreuses liaisons hydrogènes, ils se dissolvent donc bien dans l'eau.

On les a également représenté sous forme linéaire alors que la forme prépondérante de ces glucides est la forme cyclique (Figure 9).

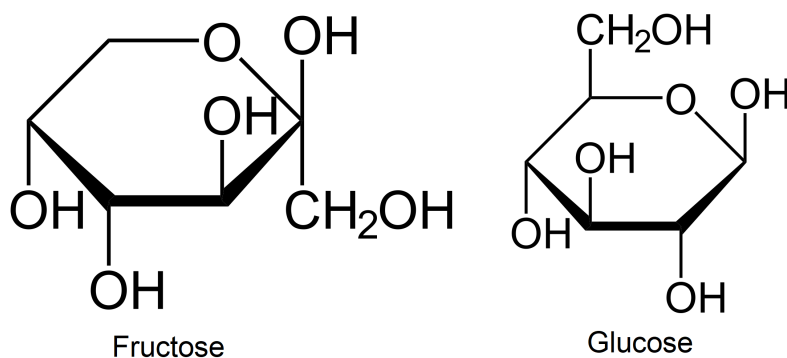


Fig. 9 : Formes cycliques du fructose et du glucose

Ici on a représenté des glucides simples également appelés *oses* : ils possèdent une seule fonction carbonyle (en configuration linéaire) qui peut être transformée en fonction acétal ou hémiacétal dans la forme cyclique.

Il existe également des sucres complexes qui sont des polymères d'oses. Un exemple simple est le saccharose formé à partir du fructose et du glucose :

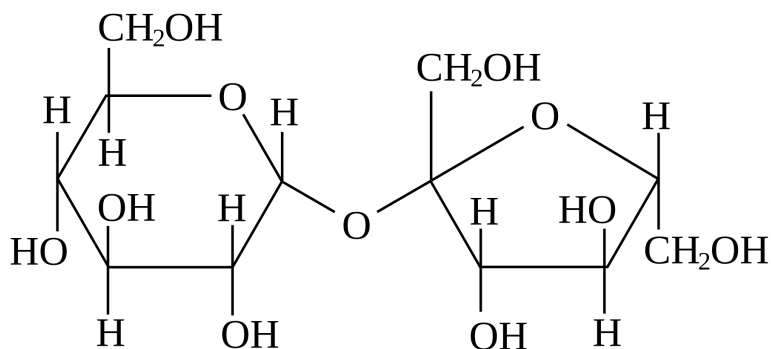


Fig. 10 : Représentation du saccharose formé par le glucose (à gauche) et le fructose (à droite).

Il existe des sucres complexes bien plus grands, par exemple le glycogène qui permet le stockage de l'énergie chimique dans le corps. Le glycogène est un polymère du glucose. Le glucose absorbé est stocké sous forme de glycogène après la réaction de *glycogénogenèse*. Lors d'un effort le glycogène peut se retransformer rapidement en glucose dans le foie grâce à la réaction de *glycogénolyse* (hydrolyse du glycogène).

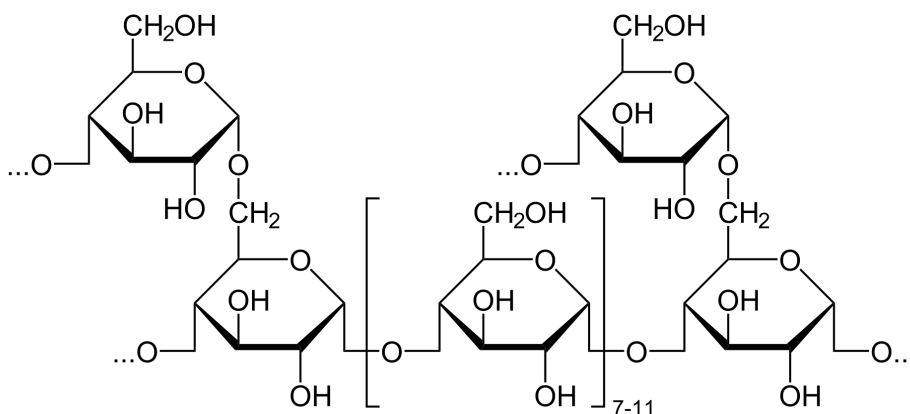


Fig. 11 : Glycogène, polymère du glucose

Le glucose ainsi reformé peut être oxydé selon la réaction de glycolyse pour produire l'énergie nécessaire au fonctionnement du corps humain.

## 2.2 L'exemple du glucose

Comme on l'a vu le glucose possède une forme linéaire et une forme cyclique, cette dernière étant prépondérante. Le glucose est également une molécule chirale, il y a un équilibre entre deux énantiomères du glucose, le L-glucose et le D-glucose. Seule la forme D-glucose est présente en quantité non négligeable. À cette forme correspondent deux diastéréoisomères représentés sur [Figure 12](#)



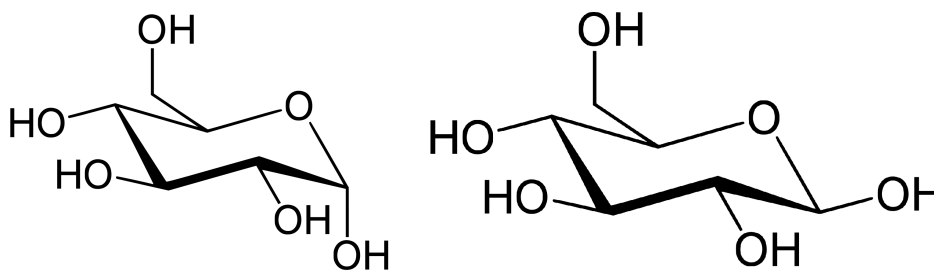


Fig. 12 : Formes du glucose présentes en solution

Ces deux formes présentes des pouvoirs rotatoires spécifiques différents ainsi à l'aide de la loi de Biot on peut remonter à l'équilibre existant entre ces deux formes.

En effet :

$$\theta = l \times (C(\alpha_{\text{gluc}})[\theta_{\alpha}] + C(\beta_{\text{gluc}})[\theta_{\beta}]) \quad (2.1)$$

On a  $[\theta_{\alpha}] = 112.2^{\circ}\text{cm}^3/\text{g}/\text{dm}$  et  $[\theta_{\beta}] = 18.7^{\circ}\text{cm}^3/\text{g}/\text{dm}$  Si on prépare une solution de glucose de concentration  $C_0$  connue, en supposant qu'il n'est présent que dans ces deux formes on a également :

$$C_0 = C(\alpha_{\text{gluc}}) + C(\beta_{\text{gluc}}) \quad (2.2)$$

En faisant une mesure au polarimètre de Laurent on a donc accès aux concentrations respectives des deux formes du glucose. On s'attend à trouver  $\sim 36\%$  de forme  $\alpha$  et  $\sim 64\%$  de forme  $\beta$ .

↓ *L'excès de sucre peut avoir des effets néfastes comme le diabète ou l'obésité. Des molécules donnant le goût sucrants sans être des sucres ont été découvertes. L'une d'elles est l'aspartame.*

### 3 Les protides

#### 3.1 Acide alpha aminé et protéine

**Définitions** On appelle *acide alpha aminé* un acide carboxylique portant une fonction amine en alpha de la fonction carboxyle.

Dessiner un exemple d'acide alpha aminé.

**Définition** Un *polypeptide* est une chaîne d'acide aminés liés par une liaison peptidique.

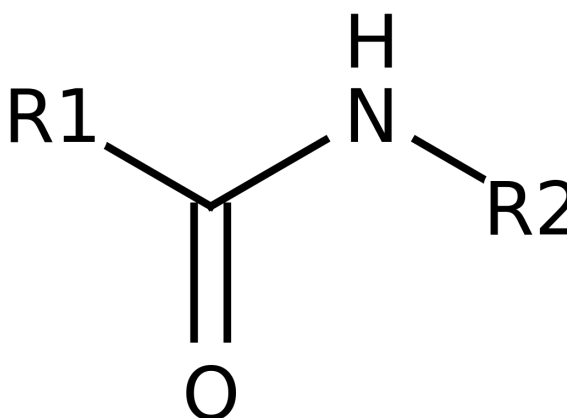


Fig. 13 : Liaison peptidique

Donner l'équation de la formation de la liaison peptidique.

**Définition** Une *protéine* est un polypeptide qui s'est replié dans l'espace. Sa forme lui confère sa fonction biologique. L'aspartame est un dipeptide.

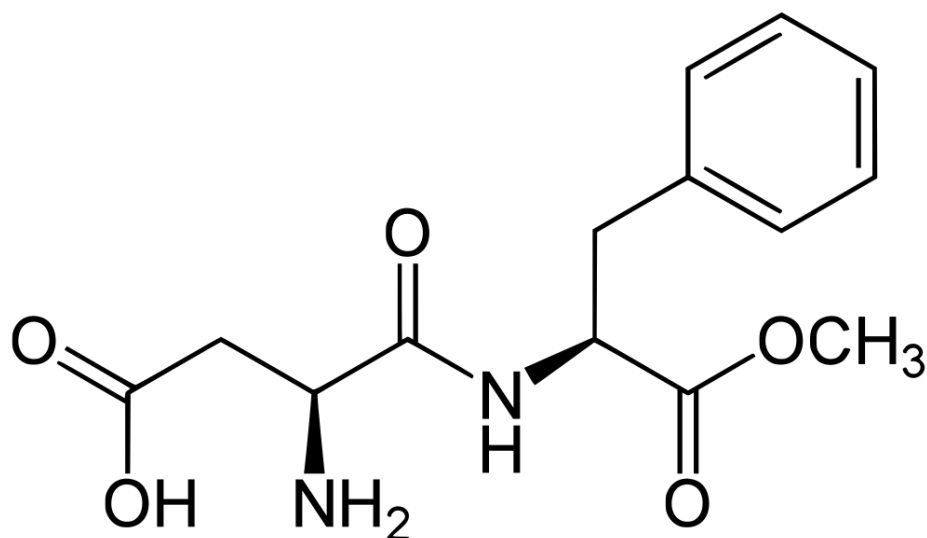


Fig. 14 : Formule topologique de l'aspartame

## Conclusion

Les concepts chimiques sont d'une grande utilité en biologie pour la compréhension du vivant, le domaine d'étude est ainsi la biochimie. Le monde vivant est constitué de molécules qui ont chacune un rôle bien particulier comme le glucose qui stocke l'énergie sous forme de glycogène.

Une compréhension des molécules issues de la biologie peut ouvrir la voie à de nouvelles synthèses plus respectueuses des piliers de la chimie verte.

## 4 Questions et commentaires

### 4.1 Questions

- 

### 4.2 Commentaires

-