

# LC14 : Molécules d'intérêt biologique

Louis Heitz et Vincent Brémaud

# Sommaire

<b>Bibliographie</b>	<b>3</b>
<b>Extrait du bulletin officiel</b>	<b>3</b>
<b>Introduction</b>	<b>6</b>
<b>I Les glucides</b>	<b>6</b>
I.1 Les glucides dans l'organisme . . . . .	6
I.2 Combustion du glucose pour répondre à nos besoins énergétiques . . . . .	7
I.3 Filière aérobie et anaérobie de la transformation du glucose . . . . .	8
<b>II Les vitamines</b>	<b>8</b>
II.1 Généralités . . . . .	8
II.2 Titrage acido-basique d'un comprimé de vitamine C . . . . .	9
<b>III Les protéines</b>	<b>9</b>
III.1 Les acides aminés . . . . .	9
III.2 Structure des protéines et interactions . . . . .	9
<b>Conclusion</b>	<b>10</b>
<b>A Correction</b>	<b>10</b>
<b>B Commentaires</b>	<b>10</b>
<b>C Manipulation</b>	<b>11</b>
<b>D Matériels</b>	<b>11</b>
<b>E Tableau présenté</b>	<b>11</b>

Le code couleur utilisé dans ce document est le suivant :

- → Pour des éléments de correction / des questions posées par le correcteur
- Pour les renvois vers la bibliographie
- *Pour des remarques diverses des auteurs*
- ⚠ Pour des points particulièrement délicats, des erreurs à ne pas commettre
- Pour des liens cliquables
- ✂ Pour les manipulations

## Bibliographie

### Extrait du bulletin officiel

Enseignement de ST2S :

Glucides	Identifier quelques fonctions présentes dans les glucides, les lipides, les protéines. Savoir que les molécules de glucose, de fructose et de lactose existent sous forme linéaire ou cyclique. <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. 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 protéines. 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. Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse du lactose. Mettre en lien la transformation des nutriments et la demande en dioxygène chez le sportif.

• Le rôle des biomolécules dans l'organisme pour une prévention sanitaire efficace

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles 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. Reconnaître des isomères.
Transformation chimique des glucides complexes : hydrolyse acide, hydrolyse enzymatique	Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse d'un glucide complexe. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental d'hydrolyse d'un glucide complexe.</i> <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.

première ST2S

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<b>Comment la structure chimique des protéines détermine-t-elle leur action ?</b>	
Structure et stéréochimie des acides aminés. Carbone asymétrique. Représentation spatiale. Chiralité, énantiomérisation.  Peptides et liaison peptidique.	Définir un acide $\alpha$ -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 $\alpha$ -aminé. Écrire l'équation de la réaction de condensation entre deux acides $\alpha$ -aminés et donner le nom des dipeptides susceptibles de se former. Repérer la liaison peptidique. Retrouver les formules des acides aminés constituant un peptide.
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. Triglycérides. Hydrolyse et saponification des triglycérides.  Un exemple de stérol : le cholestérol.	Distinguer les acides gras saturés et insaturés. 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. <i>Mettre en œuvre un protocole de saponification d'un corps gras.</i> Extraire des informations sur les propriétés comparées de corps gras alimentaires telles que la dégradation à la chaleur. Analyser les liens entre structure des acides gras et les effets sur la santé. 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. Vitamines et oligoéléments.	Comparer les structures moléculaires des vitamines A, C et D pour définir leurs propriétés liposolubles ou hydrosolubles. Interpréter des informations relatives au déséquilibre ionique consécutif à une déshydratation. Interpréter sommairement un ionogramme sanguin. Relier le caractère liposoluble ou hydrosoluble d'une vitamine au besoin journalier. <i>Pratiquer une démarche expérimentale mettant en évidence la solubilité des vitamines.</i> <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. Texturants alimentaires. Arômes alimentaires.	Extraire, à partir de documents, des informations sur les colorants et les texturants alimentaires E : couleur, autorisation, effets connus, etc. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour identifier et doser par étalonnage un colorant alimentaire.</i> Analyser des informations concernant les arômes naturels et de synthèse.

terminale ST2S

## Introduction

**Niveau :** Lycée

**PR :** réactions d'oxydo-réduction, fonctionnement d'une pile de concentration, approche intuitive de la combustion

Quelles sont les molécules nécessaires à notre organisme ? On va voir quelques-unes d'entre elles dans cette leçon. Comment on utilise la nourriture que l'on ingère au quotidien en énergie pour se déplacer et réaliser les différentes fonctions du corps humain ? On utilise principalement les glucides.

**⚠ Inverser les glucides et les protéines, réduire la partie classification des glucides parce que c'est chiant, mettre sous forme de schéma le parcours du glucose et réduire un peu la partie I.3, partie I.2 ok.**

## I Les glucides

### I.1 Les glucides dans l'organisme

Comme on va le voir par la suite, les glucides constituent notre source d'énergie quotidienne, les glucides que nous ingérons lors de nos différents repas sont transformés essentiellement en glucose qui passe ensuite dans le sang. Qu'est-ce qu'un glucide ? Comment les glucides sont-ils stockés dans l'organisme ?

Les glucides sont une classe de composé organique (composé de carbone) contenant un ou plusieurs groupes carbonyles (aldéhyde ou cétone) et au moins deux groupes hydroxyles :

*Exemple sur diapo : glucide principalement utilisé dans l'organisme, le glucose*

→ Autre glucide où c'est une cétone ?

On distingue deux catégories principales de glucides : les glucides simples et les glucides complexes. Les glucides simples qu'on appelle également les "oses" sont de petites molécules ingérées facilement par l'organisme et contenant un groupe carbonyle.

Si ce groupe carbonyle est un aldéhyde, il s'agit d'un "aldose", exemple le glucose (légumes, fruits, sucres)...

Si ce groupe carbonyle est une cétone, il s'agit d'un "cétose", exemple le fructose (présent dans les fruits).

*Diapo : existe sous forme de linéaire ou cyclique*

Les glucides complexes "osides" sont une condensation de glucides simples (on parle de polymère quand il s'agit de condensation du même glucide simple).

Exemple : glucide complexe composé d'une molécule de fructose et de glucose = molécule de saccharose.

Le lien entre les "oses" au sein d'un glucide complexe est appelé : liaison osidique.

Certains glucides complexes sont composés de deux "oses" comme le saccharose, il s'agit de disaccharides, le lactose en est un autre exemple (lait, riz...).

Les glucides complexes peuvent être composés de plus que 2 molécules d'oses, ainsi le glycogène est un polymère de glucose (amidon, pâtes, ...)

Les glucides sont stockées dans l'organisme sous forme de glycogène dans le foie et les muscles (gain de place) si ils ne sont pas utilisés directement. Il faut renouveler ces réserves plusieurs fois par jour.

Pour cela l'organisme est capable d'assembler des glucides simples pour former des glucides complexes (condensation) et inversement lorsqu'il a besoin de glucose (hydrolyse).

Condensation : création d'une molécule en établissant une liaison covalente entre 2 plus petites molécules.

Hydrolyse : création de deux molécules en rompant une liaison covalente par action d'une molécule d'eau.

Passage d'un glucide complexe, le lactose, à deux glucides simples le fructose et le glucose par hydrolyse.

*Diapo : exemple d'hydrolyse en milieu acide, enzyme lactase.*

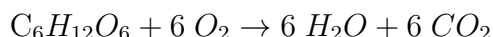
*Diapo : récapitulatif, les glucides dans l'organisme.*

Dire deux mots sur l'isomérisation des glucides.

**Transition :** Comment on crée l'énergie ? De la même manière que l'énergie qu'on utilise au quotidien avec les voitures / pour produire de l'électricité : la combustion (encore)...

## I.2 Combustion du glucose pour répondre à nos besoins énergétiques

Le glucose est consommé par l'organisme pour créer de l'énergie à travers une réaction de combustion faisant intervenir le dioxygène comme comburant et donnant du CO<sub>2</sub> et de l'eau :



L'inspiration permet au corps de créer de l'énergie à travers la transformation du glucose dite "aérobie" (avec apport de dioxygène), l'expiration permet d'éliminer le CO<sub>2</sub> produit.

La combustion d'une mole de glucose permet de libérer une énergie de  $E_m$  2840 kJ.

On parle habituellement des apports énergétiques en kcal, 1 kcal = 4.18 kJ.

Estimons l'apport énergétique de 100g de glucide avec la masse molaire du glucide : 180 g/mol.

D'où  $E = n \times E_m / 4.18 = 377$  kcal.

Sachant qu'on consomme en moyenne 2000 kcal par jour, cela nous donne une idée des apports en glucides nécessaire par jour.

**Transition :** Comment fonctionne la combustion du glucose ? A quel endroit ? Il est possible de réaliser des efforts sans respirer, comment ?

### I.3 Filière aérobie et anaérobie de la transformation du glucose

La transformation du glucose en énergie se fait au niveau des muscles, quand l'apport d'oxygène est suffisant la transformation s'effectue de manière aérobie (réaction déjà vue).

*Diapo : filière aérobie de la transformation du glucose* La transformation s'effectue en plusieurs étapes : glucose (sang) + 2 NAD<sup>+</sup> + ADP donne (glycolyse) 2 acide pyruvique / 2 (NADH,H<sup>+</sup>) / 2 ATP à l'intérieur de la cellule. NAD, dinucléotide, coenzyme. Au sein des mitochondries, le dioxygène est utilisé dans le cycle de Krebs. L'ensemble du cycle permet de libérer 36 molécules d'ATP qui libère chacune ensuite de l'énergie par hydrolyse. L'ATP est renouvelé continuellement dans l'organisme.

Lorsque le dioxygène n'est pas suffisant, le glucose est transformé par fermentation de l'acide pyruvique.

*Diapo : fermentation lactique*

Cette fermentation est responsable de l'acidification du milieu musculaire ce qui crée la sensation de douleurs musculaires et nous empêche de poursuivre un effort trop violent.

**Transition :** Le glucose ça ne suffit pas et notre alimentation n'est pas composé exclusivement de glucides, pour favoriser les réactions énergétiques ou pour d'autres mécanismes comme le renforcement de notre corps il est également important d'avoir des apports d'autres molécules : les vitamines. Elles jouent divers rôles et on besoin d'être ingérées quotidiennement.

## II Les vitamines

### II.1 Généralités

Vitamine : Une vitamine est une substance organique, nécessaire en faible quantité (moins de 100 mg/jour) au métabolisme d'un organisme vivant, qui ne peut être synthétisée en quantité suffisante par cet organisme.

Métabolisme : ensemble des réactions chimiques ayant lieu quotidiennement au sein d'un organisme vivant.

Les vitamines remplissent diverses fonctions mais servent le plus souvent à aider (parfois de façon crucial) les réactions chimiques à se faire (exemple partie précédente). Aussi leur apport est vital. Pas assez de vitamine C peut créer une maladie comme le scorbut, trop c'est dommageable aussi car le corps doit éliminer le surplus.

*Diapo : exemple de la vitamine C, très bon antioxydant (réducteur) et acide, lutte contre le vieillissement cellulaire.*

**Transition :** On va essayer de retrouver la quantité de 500 mg pour s'assurer que l'on consomme ce qu'il faut.



## II.2 Titrage acido-basique d'un comprimé de vitamine C

Sur diapo.

Seul une des deux formes de la vitamine C est utile pour le corps humain. On peut le vérifier à l'aide du pouvoir rotatoire induite par cette molécule. Expérience polarimètre. Loi de Biot.

**Transition :** Pourquoi on est sensible qu'à une seule des deux molécules ? Car on a des récepteurs eux mêmes chiraux dans le corps humain : les protéines.

## III Les protéines

Les protéines sont des macromolécules, on va décrire les briques de construction d'abord.

### III.1 Les acides aminés

Un acide aminé est une molécule organique comportant à la fois une fonction acide carboxylique et une fonction amine.

L'acide est dit  $\alpha$ -aminé lorsque les groupes amino et carboxyle sont portés par le même carbone en alpha.

R correspond à une chaîne carbonée.

*Un acide aminé comporte un carbone asymétrique, il s'agit d'une molécule chirale, diapo exemple acide aminé configuration absolue S le plus souvent.*

On distingue 20 acides aminés dans le vivant

### III.2 Structure des protéines et interactions

Les acides aminés constituent la brique élémentaire des protéines qu'ils forment par condensation d'acides aminés en créant une liaison peptidique.

*Diapo : synthèse peptidique.*

Les protéines sont des macromolécules constituées d'une ou de plusieurs chaînes de plus de 50 acides alpha aminés. Selon leurs séquences, elles prennent une structure spécifique dans l'espace qui détermine leur fonction au sein de l'organisme : structural, hormonal, enzymatique, immunitaire.

Comme on l'a vu les acides aminés naturels constituant les protéines sont de configuration absolue S. Il n'est donc pas étonnant de retrouver une sensibilité spécifique à certaines molécules chirales comme pour la vitamine C.

## Conclusion

Pour conclure, on a réinvesti dans cette leçon un grand nombre de connaissance, expérimentales et théoriques, en chimie pour comprendre quelques mécanismes biologiques du corps humain. On aurait également pu parler d'une autre classe importante de molécules : les lipides.

## A Correction

- C'est quoi un lipide ? on sait pas trop en fait. Acide gras inclus dans lipide. Dans membrane cellulaire c'est acide gras.
- Différence acide gras saturé/insaturé ? Saturé il y a des doubles liaisons. → Intérêt des deux ? Insaturés : alcènes fait contraintes, membrane avec insaturés, acides plus éloignés. On rend la membrane poreuse.
- Différence glucide lipide ? Pas stocké au même endroit, glucides consommés plus rapidement
- Energie stockée sous quelle forme ? réagissent pour former l'ATP. ATP forme  $H^+$  qui fait tourner mécanique une turbine. Gradient de concentration en  $H^+$  et diffusion qui entraîne la turbine
- Est-ce que tu connais des enzymes ? Catalase
- Protéines impliqués dans l'ADN ? ADN constitué nucléotides code info, protéine faite dans les ribosomes
- Forme protéines qui explique les propriétés de transport et élasticité ? Primaire secondaire tertiaire quaternaire... Histoire de repliement tout ça
- Nombre d'acide aminé produit dans le corps ? 22 :)
- Attention, triglycéride = classe de molécule et une molécule
- Intérêt glycerol ? On sait pô
- 

## B Commentaires

Plan Louis ;

1. Les glucides : source d'énergie
  - (a) Présentation
  - (b) Combustion du glucose
2. Les vitamines
  - (a) Intérêt biologique
  - (b) Propriétés chirales de la vitamine C

### 3. Des acides aminés aux protéines

- (a) Les acides aminés
- (b) Liaison peptidique et protéines

## C Manipulation

✂ Manips :

## D Matériels

## E Tableau présenté

Blabla ne pas en tenir compte.

Sur les glucides (qu'on associe aux sucres, mais l'amidon de pomme de terre est aussi un glucide et n'est pas sucré).

Classe de composés organiques contenant un groupe carbonyle (aldéhyde ou cétone) et au moins deux groupes hydroxyle.

On les divise entre "oses" (glucose, fructose, ...) et les "osides" polymères d'oses (comme le saccharose = fructose + glucose).

Le passage de osides à oses peut se faire par hydrolyse.

Fonction biologique : permet le stockage et la consommation d'énergie.

Chez l'homme, les glucides sont stockés sous forme de glycogène, polymère du glucose (qui lui même est un glucide très courant "oses"). Libère rapidement du glucose dans le foie (qui le renvoi aux muscles) et les cellules musculaires (lieux de stockage) si nécessaire. Peut contenir jusqu'à 30 000 unités de glucose. Lorsqu'il n'y a plus de glycogène disponible (à l'échelle de la journée ou quelques heures lors d'un effort), le foie utilise les lactates des muscles et le glycérol (issu des lipides) pour former du glucose par néoglucogénèse. L'oxydation des glucides apporte 17 kJ / kg ??.

La production de glycogène est stimulée par l'insuline. Il y a des hormones similaires pour dégradée le glycogène en glucose.

Dans l'intestin, le saccharose, l'amidon et le lactose sont dégradées en oses. Le glucose ainsi récupéré est converti sous forme d'acide lactique en créant une source d'énergie pour le cerveau. Une partie est utilisée pour la digestion elle même et le reste vient renflouée les réserves dans le foie, les muscles et les tissus adipeux.

Voie commune pour la libération d'énergie : glycolyse

On distingue un fonctionnement aérobie, anaérobie et par fermentation.

L'énergie est libérée lors de la respiration cellulaire aérobie qui requiert entre autre du dioxygène, libération d'ATP.

Le glucose fournit presque toute l'énergie consommée par le cerveau, de sorte que sa disponibilité influence le psychisme : en cas de baisse du taux de glucose disponible pour le cerveau, les fonctions cérébrales qui requièrent un effort, comme le self-control ou la prise d'une décision difficile, sont altérées. La respiration aérobie est 16 fois plus efficace que la respiration anaérobie. (pas vraiment) "