

Molécules d'intérêt biologique

Niveau : Lycée

Prérequis : nomenclature, représentation de Cram, carbones asymétriques et stéréoisomérisation, électro-négativité, oxydoréduction, loi de Beer-Lambert

Introduction

Il existe différents types de molécules dites « d'intérêt biologique ».

Différents types de molécules d'intérêt biologique

Lipides
source d'énergie

Protéines
structure des muscles, de la peau
réponse immunitaire (anticorps)
transport du dioxygène dans l'organisme
digestion

Vitamines
défense contre les infections virales et bactériennes
cicatrisation
assimilation du fer

Glucides
source d'énergie

Pour détecter ces molécules, on peut réaliser un test. Par exemple pour détecter la vitamine C, on peut dissoudre un cachet dans du permanganate de potassium.

Expérience : dissoudre un cachet de vitamine C dans une solution de permanganate de potassium ($0,01 \text{ mol.L}^{-1}$), on observe une décoloration. Puis on fait la même chose avec du jus de citron/du vinaigre ou du persil broyé au mortier.

On voit que le permanganate de potassium réagit avec la vitamine C pour former un autre composé incolore : on observe une réaction d'oxydoréduction. Vous avez sûrement déjà entendu parler d'antioxydants, la vitamine C en est un : les antioxydants empêchent le vieillissement et peuvent contrer, comme leur nom l'indique, l'action néfaste de certains oxydants.

Il existe de nombreuses vitamines, on peut citer la vitamine B9, qui intervient dans le métabolisme des acides aminés.

I Protéines

1) Acides α -aminés

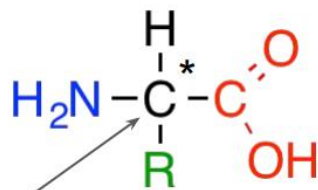
Acide α -aminé : acide carboxylique lié à un groupe amine

Représentation de Fischer : projection dans le plan de la représentation de Cram

Méthode : on place le carbone asymétrique au centre d'une croix, l'acide carboxylique vers le haut et le résidu vers le bas de sorte que les groupements restants pointent vers nous. Pour trouver la configuration du carbone asymétrique, on utilise les règles CIP et on inverse la configuration (Fischer est un menteur). Si l'amine est à droite, la molécule est D (dexter), sinon elle est L (laevus) (précède le nom de la molécule).

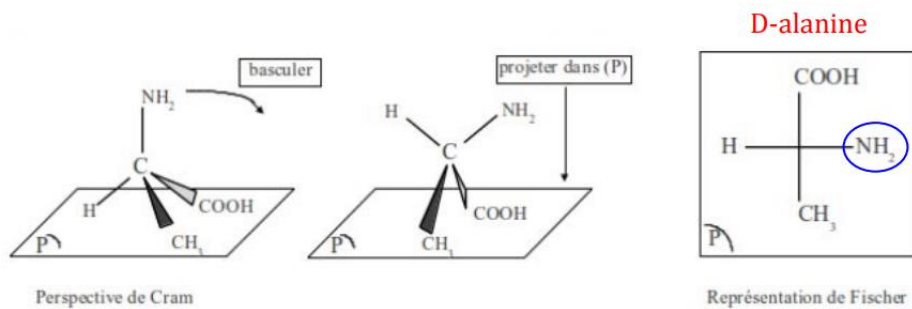
Ex : alanine

Acides α -aminés et carbone asymétrique



Carbone asymétrique
si R n'est ni H, ni fonction
amine, ni acide carboxylique

Représentation de Fischer de l'alanine

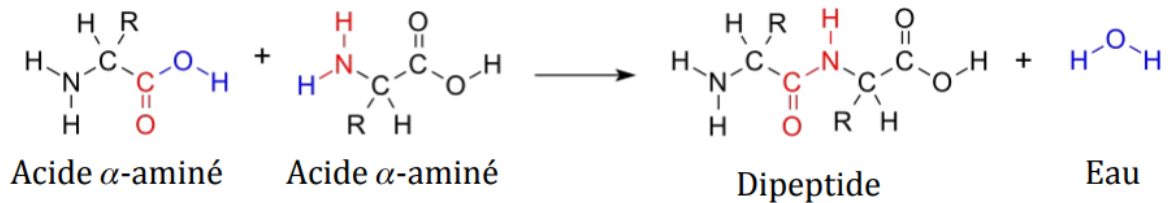


Les acides α -aminés naturels sont L.

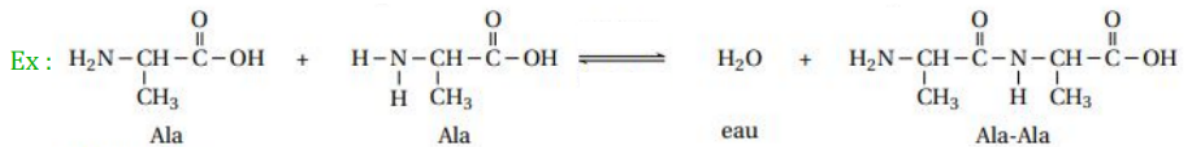
2) Synthèse peptidique

Des acides α -aminés peuvent réagir ensemble (par réaction de condensation) pour former un dipeptide (formation d'une liaison peptidique).

Des acides α -aminés aux protéines

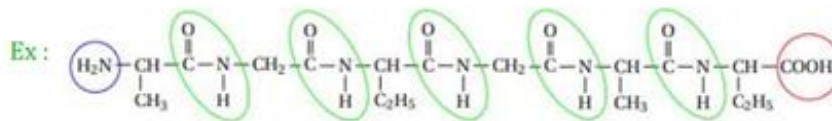


Dipeptide : toute espèce chimique contenant une **fonction acide carboxylique**, une **fonction amine** et une **liaison peptidique**. Il est formé à partir de **deux acides aminés**.



Des acides α -aminés aux protéines

Polypeptide : espèce chimique contenant un **grand nombre de liaisons peptidiques**, une **fonction amine** et une **fonction acide carboxylique**.



Protéine : polypeptide naturel enchaînant plus de 50 acides α -aminés

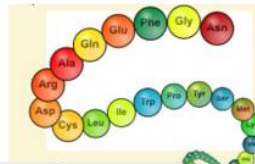


Rappels : liaisons hydrogène

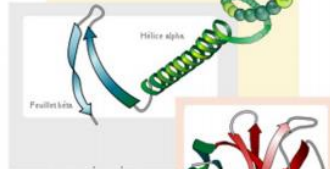
Une liaison hydrogène est une interaction entre un atome d'hydrogène lié à un atome fortement électro-négatif (N, O, F) et un atome électro-négatif portant au moins un doublet non liant. Elle peut être intramoléculaire ou intermoléculaire. L'énergie de la liaison est comprise entre 10 et 20 kJ.mol⁻¹.

Structure tridimensionnelle des protéines

Structure primaire :
enchaînement d'acides
 α -aminés



Structure secondaire :
enroulement des chaînes
peptidiques



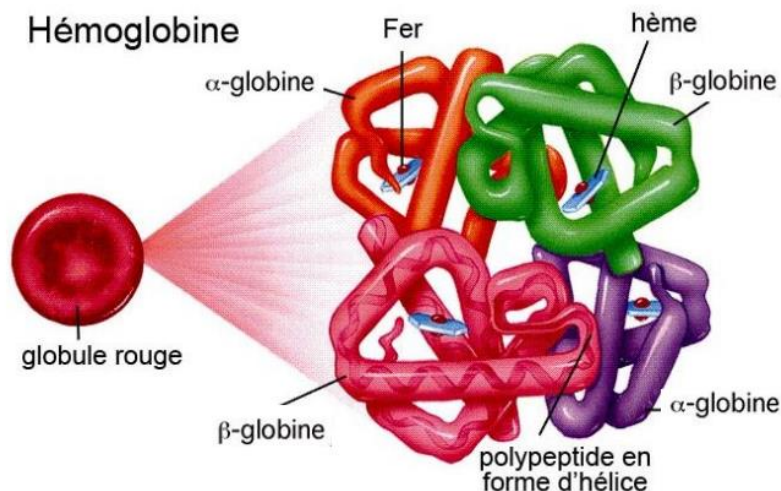
Structure tertiaire :
repli de la structure
secondaire



Selon leur séquence et leurs interactions, les acides aminés donnent à chaque protéine une structure tridimensionnelle spécifique que l'on peut détailler sous différentes échelles : primaire, secondaire, tertiaire. Il y a une 4^e échelle : structure quaternaire, qui est une superstructure de certaines protéines. L'activité biologique d'une protéine est liée à sa structure tertiaire (ou quaternaire). Si une protéine n'est pas correctement repliée, elle sera inactive.

Le transport du dioxygène est réalisé par une protéine (l'hémoglobine). Quand nous respirons, il y a des échanges gazeux résultant de l'inspiration (absorption de O_2) et de l'expiration (rejet de CO_2). Mais à quoi sert O_2 ? Il va réagir avec les glucides pour créer de l'énergie.

L'hémoglobine dans le sang : une protéine



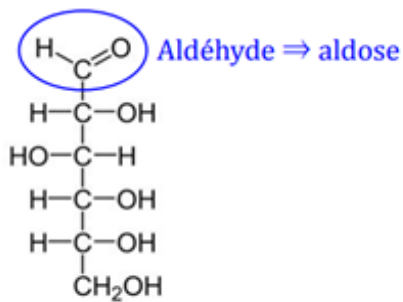
II Glucides

1) Structure des glucides

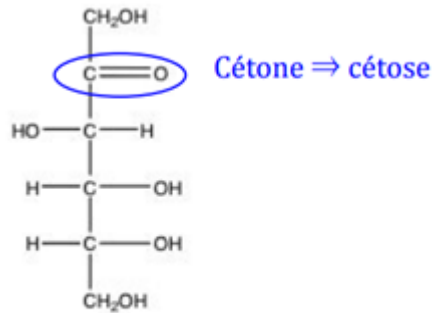
Les glucides sont des molécules comportant principalement des fonctions alcool, aldéhyde et cétone. Ils peuvent être représentés sous forme linéaire.

Il existe deux types de glucides : les glucides simples, appelés oses (glucose, fructose...) et les glucides complexes, appelés osides, qui sont un assemblage d'oses ou d'autres molécules (saccharose...).

Forme linéaire du D-glucose et du D-fructose :



Forme linéaire



Forme linéaire

Les glucides possèdent des carbones asymétriques, on peut se demander si le saccharose, par exemple, est un énantiomère.

Loi de Biot : $\alpha = [\alpha]lc$, avec $[\alpha]$ le pouvoir rotatoire spécifique, qui caractérise la capacité d'une molécule à faire tourner le plan de polarisation de la lumière.

2 énantiomères ont le même pouvoir rotatoire en valeur absolue.

Loi de Biot pour le D-saccharose

Loi de Biot : $\alpha = [\alpha]lc$




avec α le pouvoir rotatoire

$[\alpha]$ le pouvoir rotatoire spécifique en g/mL/dm

l la longueur de la cuve en dm

c la concentration en g/mL

Expérience : loi de Biot pour le saccharose, mesure du pouvoir rotatoire d'une solution de saccharose de concentration 100 g.L⁻¹

	faire tourner vers la droite
	faire tourner vers la gauche
 équipénombre	Relever la valeur de l'angle

Faire le blanc du polarimètre avec une cuve remplie d'eau, faire une droite en préparation avec plusieurs valeurs de C. Solution mère : saccharose à 200 g.L⁻¹ dans une fiole de 200 mL. On fabrique différentes solutions filles et on mesure le pouvoir rotatoire pour chaque. Penser à nettoyer correctement les cuves du polarimètre (le sucre colle !).

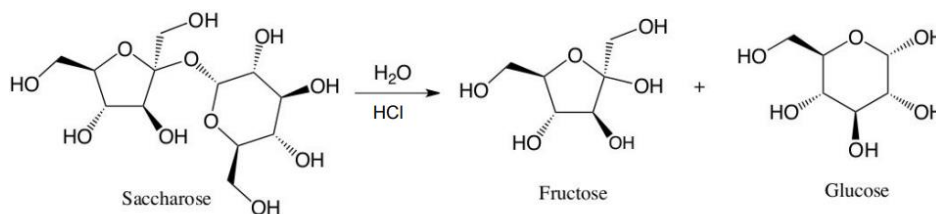
En théorie, $[\alpha] = 66,5 \text{ } ^\circ \cdot \text{mL} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dm}^{-1}$.

2) Transformations dans l'organisme

- Réaction d'hydrolyse : rupture de liaisons covalentes au sein d'une molécule par action d'une molécule d'eau. Elle génère des molécules plus petites.

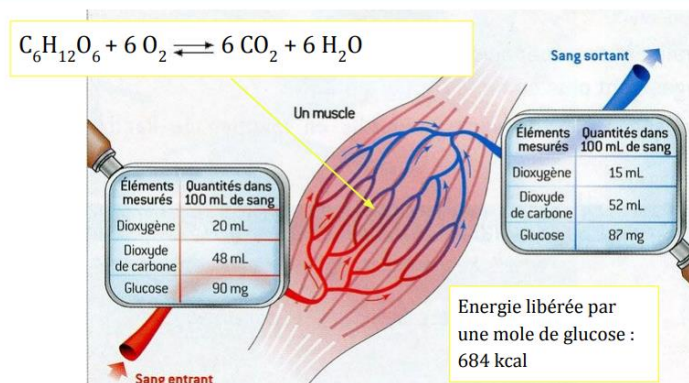
Il y a un autre type d'hydrolyse : l'hydrolyse enzymatique, réalisée comme son nom l'indique avec des enzymes, appelées hydrolases.

Hydrolyse du D-saccharose



- Combustion du glucose : cette réaction libère de l'énergie chimique

Combustion du glucose



Une fois l'énergie produite, il faut pouvoir la stocker : c'est le rôle des lipides.

III Lipides

1) Acides gras et triglycérides

Les lipides sont principalement constitués de triglycérides. Il s'agit de triesters du glycérol et de trois acides gras. Ils sont synthétisés par saponification. La saponification d'un triglycéride permet de fabriquer du savon.

Expérience : introduire 20 mL d'une solution de NaOH à 10 mol.L^{-1} , 10 g d'huile d'olive et 20 mL d'éthanol (pour homogénéiser le mélange) dans un ballon de 250 mL. Dans cette expérience, NaOH est en excès. Chauffer le mélange réactionnel à reflux pendant environ 20 min. A la fin du chauffage, verser dans un bécher et ajouter 100 mL d'une solution saturée et froide de NaCl.

Dans l'organisme, les triglycérides sont hydrolysés, ce qui produit des acides gras et du glycérol. L'hydrolyse est la réaction inverse de l'estérification. Les acides gras sont des acides carboxyliques.

Parmi les acides gras, on distingue :

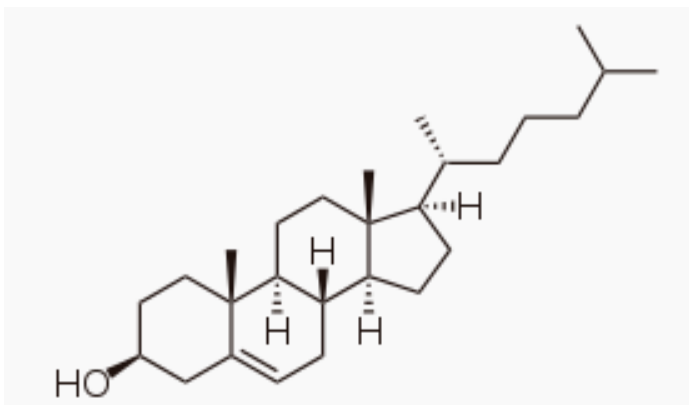
- Les acides gras saturés, qui ne possèdent aucune double liaison
- Les acides gras mono-insaturés, qui possèdent une seule double liaison
- Les acides gras poly-insaturés, qui possèdent plusieurs doubles liaisons

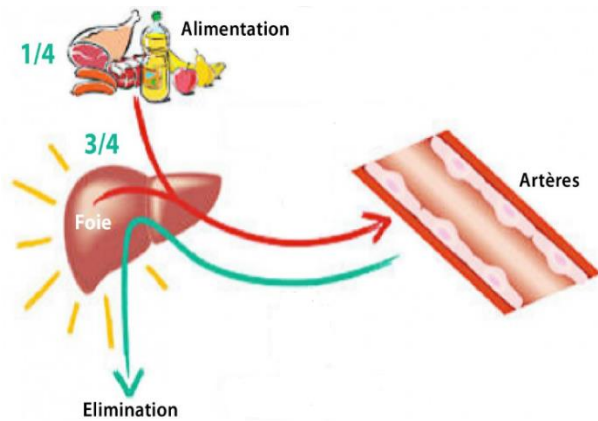
2) Les lipides et la santé

Les acides gras saturés et mono-insaturés ne sont pas indispensables. Ces derniers ont longtemps été décriés mais en réalité seuls quelques-uns (acides laurique, myristique et palmitique) sont aujourd'hui considérés comme générant un risque cardiovasculaire en cas d'excès. Lors de l'utilisation d'une matière grasse pour la cuisson, il faut veiller à ne pas dépasser son point de fumée pour éviter la production de substances nocives pour la santé.

(On compte 2 grandes familles d'acides gras indispensables à notre organisme : les acides gras poly-insaturés oméga 3 et oméga 6)

Le cholestérol fait partie des lipides mais ce n'est pas triglycéride : il appartient à la famille des stérols. Insoluble dans le sang, il est transporté par les lipoprotéines LDL (« mauvais cholestérol ») et HDL (« bon cholestérol »). Les LDL transportent le cholestérol du foie vers les cellules et peuvent en déposer dans les artères. Les HDL transportent le cholestérol des cellules vers le foie et n'en déposent pas dans les artères.





Conclusion

Dans ce cours nous avons vu les différents types de molécules d'intérêt biologique (protéines, glucides, lipides et vitamines). Les protéines assurent une multitude de fonctions au sein d'une cellule et dans les tissus (certaines sont des moteurs moléculaires qui permettent la mobilité, d'autres sont impliquées dans le conditionnement de l'ADN). Les glucides constituent la principale source d'énergie de notre organisme. Les lipides permettent de stocker l'énergie. Les vitamines sont nécessaires en faible quantité au métabolisme, selon les espèces certaines vitamines sont indispensables (comme la vitamine C pour nous) et d'autres ne le sont pas. Un défaut de vitamine peut provoquer des maladies. Pour rester en bonne santé, il convient de manger de manière équilibrée en évitant les excès.



Questions

- Sous quelle forme se trouvent les acides α -aminés dans notre corps ?
- La formation de liaison peptidique est-elle favorable ?
- Nombre d'acides α -aminés naturels ?
- Environ 500, dont une vingtaine dans notre corps
- De quoi dépend le pouvoir rotatoire ?
- Longueur d'onde, température
- Différence entre activation et catalyse ?
- L'activation est une des premières étapes d'un mécanisme impliquant un catalyseur.
- Autre représentation des sucres ?
- Forme cyclique (représentation de Haworth)
- ADN ?
- Acide désoxyribonucléique