

Cours de biologie

“Des atomes aux molécules biologiques”

Jérémy ESQUE

1^{er} juin 2010

sommaire

1 Les bases atomiques et moléculaires

- Les atomes essentiels
- Propriétés conformationnelles
- Groupements fonctionnelles
- Un exemple moléculaire : L'eau

2 Les Glucides

- Les oses
- Les osides

3 Les Lipides

- Les acides gras
- Les constituants des membranes cellulaires

4 Les Acides aminés

- L'unité de base
- La liaison peptidique
- Les 20 acides aminés essentiels

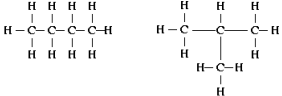

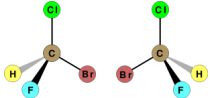
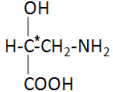
5 Les Acides nucléiques

Les atomes entrant dans la composition du corps humain

Symbole chimique	élément chimique	Valence	Pourcentage de la masse corporelle	Rôle/incorporation
O	Oxygène	2	65,0	O ₂ (Respiration)
C	Carbone	4	18,5	C _n H _n (Acide gras)
H	Hydrogène	1	9,5	H ₂ O (Eau)
N	Azote	3	3,3	Acide aminé
Ca	Calcium	2	1.5	Formation des os
P	Phosphore	5 (ou 3)	1,0	Acide nucléique
K	Potassium	1	0,4	Pompes Na ⁺ /K ⁺
S	Soufre	2	0,3	Ponts disulfures
Na	Sodium	1	0,2	Pompes Na ⁺ /K ⁺
Cl	Chlore	1	0,2	Suc gastrique
Mg	Magnésium	2	0,1	Formation des os

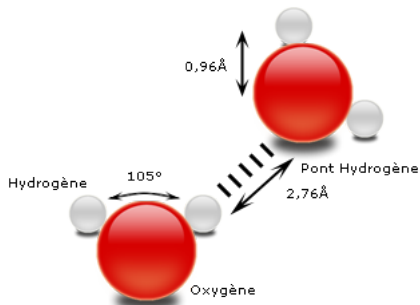
- Proportions pratiquement identiques chez tous les organismes vivants
- **éléments traces** nécessaires en faible quantité : le fer (Fe) (ex : l'hémoglobine), l'iode (I) (ex : les hormones thyroïdiennes)

Isomérisation

	<p>Isomérisation de constitution : différence dans l'ordre d'enchaînement des atomes</p>
 <p>Isomérisation Trans.</p> <p>Isomérisation Cis.</p>	<p>Isomérisation géométrique : Conformation <i>trans</i> ou <i>cis</i>, différence de position d'un même groupe R autour d'une double liaison</p>
	<p>Isomérisation optique : disposition spatiale inversée autour d'un carbone C. Les molécules sont l'image l'une de l'autre (miroir). Ils sont aussi appelés isomères L (gauche) et D (droite)</p>
	<p>Carbone asymétrique : un carbone est dit asymétrique (C*, si les 4 groupements qui lui sont liés sont différents</p>

Groupements fonctionnelles de molécules organiques

$\text{R}-\text{O}-\text{H}$	Hydroxyl (-OH) : groupe polaire (oxygène électronégatif), attraction des molécules d'eau par exemple.
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	Carboxyle (-COOH) : donneur de protons H^+ , la forme ionisée (-COO ⁻) prédomine dans les cellules
$\begin{array}{c} \text{R}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Amine (-NH ₂) : accepteur H^+ , forme ionisée (-NH ₃ ⁺) prédomine dans les cellules
$\begin{array}{c} \text{R}-\text{S} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Thiol (-SH) : formation d'une liaison covalente entre 2 groupes thiols (-S-S-)
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{O}-\text{P}-\text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Phosphate : charge anionique (-) et transfert d'énergie d'1 molécule à 1 autre

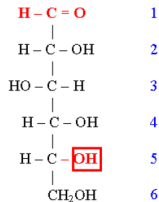
Eau (H₂O)

Généralités

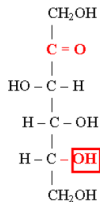
- Les cellules contiennent 65% à 95% d'eau
- Molécule polaire
- Propriété de solvant : liquide (dissolution/dilution d'autres molécules)
- Effet attractif sur d'autres molécules : hydrophile
- Effet répulsif sur d'autres molécules : hydrophobe
- Participation à des réactions biologiques

Structure linéaire

D Aldohexose



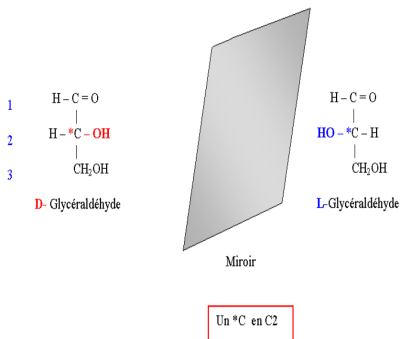
D Cétohexose



Nomenclature

- Aldose : groupe carbonyle (C=O) à l'extrémité de la chaîne (aldéhydes)
- Cétose : groupe carbonyle (C=O) à l'intérieure de la chaîne.(cétones)
- Nomenclature à partir du nombre de carbone : 3C ↔ triose, 4C ↔ tétrose, 5C ↔ pentose, 6C ↔ hexose

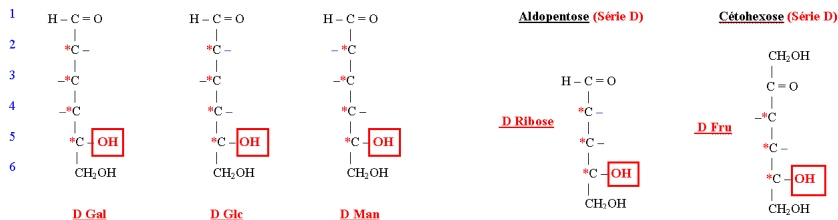
Glycéraldéhyde et isomérisation



Glycéraldéhyde

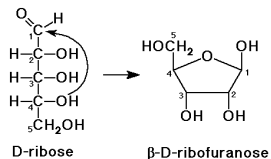
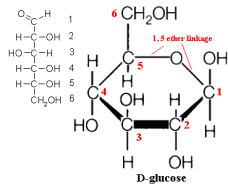
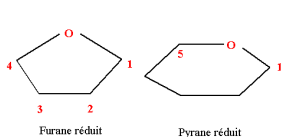
- Isomère optique : forme L (lévogyre) et D (dextrogyre)
- Carbone asymétrique en C2 : *C
- Molécule chirale : (i) 1 C asymétrique, (ii) aucun plan de symétrie \Rightarrow optiquement active (pouvoir rotatoire)
- Tous les oses dérivent du glycéraldéhyde par ajout de carbone hydroxylé (-C-OH) (filiation de Fischer)
- série D : oses dérivant du D-glycéraldéhyde (même position OH porté par le C subterminal (ou C_{n-1}) (même raisonnement pour L)

Les oses naturels



- Les oses naturels sont de la série des D
- épimérase : enzyme catalysant une inversion stéréochimique. Le galactose est un épimère en 4 du glucose.
- aldose : pouvoir réducteur, réaction au test de la liqueur de Fehling (bleue → rouge)

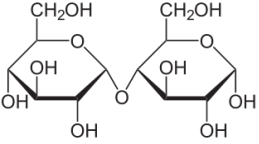
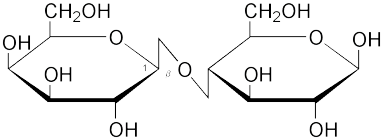
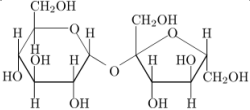
Cyclisation



Nomenclature

- pyrane : hétérocycle à 6 sommets (5C et 1O)
- furane : hétérocycle à 5 sommets (4C et 1O)

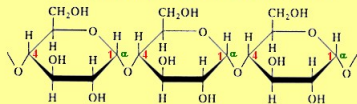
Les diholosides naturels

	<p>Maltose : produits obtenu lors de la digestion de l'amidon ou glycogène par les amylases. Hydrolyse → 2 molécules de glucose</p>
<p style="text-align: center;">Lactose</p> 	<p>Lactose : présent dans le lait. Après hydrolyse : donne une molécule de galactose et une molécule de glucose. Diholoside réducteur.</p>
	<p>Saccharose : "sucre de table". hydrolysable par α glucosidase ou β fructosidase.</p>

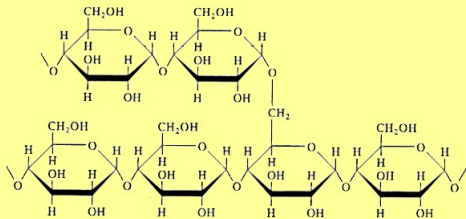
Remarque : Les diholosides et polysides sont liés par une ou des liaisons glycosidiques (ou osidique).

Les polysides les plus abondants.

Amylose : molécule formée d'un enchaînement linéaire d'un grand nombre de molécules de glucose



Amylopectine : structure formée d'un enchaînement ramifié d'un grand nombre de molécules de glucose



Amidon : Réserve glucidique végétale. Une chaîne principale faite de glucose unis en α 1-4 et de ramifications (ou branchements) faites de glucoses unis en α 1-6.

Glycogène : Forme de stockage du glucose dans le foie et le muscle. Même composition que l'amidon sauf que les ramifications sont plus nombreuses et plus rapprochées.

Cellulose : chaîne linéaire de glucose unis en α 1-4. Constituant de la paroi végétale.

L'hydrolyse des osides

Digestion de l'amidon

- Les α amylases(ou α 1-4 glucosidases) agissent sur les liaisons α 1-4 de l'amidon. Amylase pancréatique est très active comparé à l'amylase salivaire.
- L'enzyme débranchant (ou α 1-6 glucosidases). Enzyme agissant sur les liaisons α 1-6, et présente dans la bordure en brosse de l'intestin.
- Maltase : coupe les molécules de maltose pour donner deux molécules de glucose

Enzyme supplémentaire :


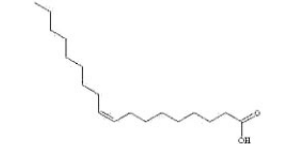
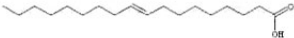
β Galactosidase (lactase intestinale du nourrisson, présent aussi chez les bactéries) hydrolyse le lactose en glucose et galactose.

Introduction

Quelques généralités

- Molécules organiques insolubles dans l'eau
- Solubilité dans les solvants
- Constitués d'acides gras
- Le cholestérol, les stéroïdes et la vitamine D sont rattachés aux lipides pour leur insolubilité dans l'eau

Les liaisons saturées ou insaturées

Type	Structure	Source
Acides gras saturés		Gras animal
Acides gras insaturés (Double liaison en <i>cis</i>)		Huile d'olive
Acides gras insaturés (Double liaison en <i>trans</i>)		Huiles partiellement hydrogénées

Quelques remarques :

- Classification en fonction du nombre de carbone dans la chaîne, position et nombre de liaisons insaturées.
- Nombre pair d'atome de carbone
- Une seule fonction acide

Quelques exemples

Acides gras saturés		
Nombre d'atomes de carbone	Nom	Principale origine (sous forme triglycéride)
4	butyrique	lait des ruminants
12	laurique	huiles végétales
14	myristique	
16	palmitique	graisses animales
18	stéarique	
20	arachidique	

Quelques exemples (suite)

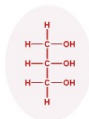
Acides gras insaturés					
Nombre d'atomes de carbone	Nombre d'insaturations	Position des insaturations	série	Nom	Principale origine (sous forme triglycéride)
16	1	Δ^9	n-7	palmitoléique	graisses animales et végétales
18	1	Δ^9	n-9	oléique	huiles végétales
	2	$\Delta^{9,12}$	n-6	linoléique	
	3	$\Delta^{9,12,15}$	n-3	linoléinique	
20	3	$\Delta^{5,8,11,14}$	n-6	arachidonique	

Quelques remarques :

- Les désaturases sont des enzymes créant des doubles liaisons dans les chaînes d'acides gras d'au moins 16 atomes de carbone
- Désaturase animale positionne la double liaison à partir de l'extrémité carboxylique
- Désaturase végétale positionne la double liaison à partir de l'extrémité méthyle

Les triglycérides

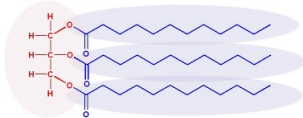
Glycerol



A "free" Fatty Acid



Triglyceride

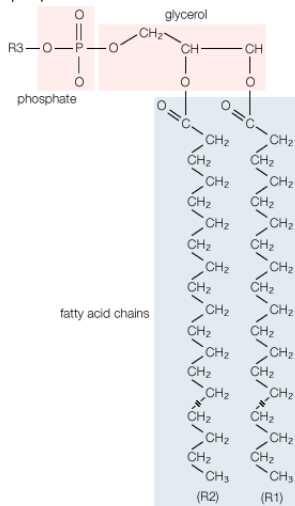


Quelques remarques :

- Réserve énergétique de graisse chez l'homme (dans le tissu adipeux).
- Lipase pancréatique -> hydrolyse les triglycérides en monoglycéride + 2 acides gras
- Tissu adipeux : lipase hormonosensible + monoglycéride lipase -> glycérol + 3 acides gras

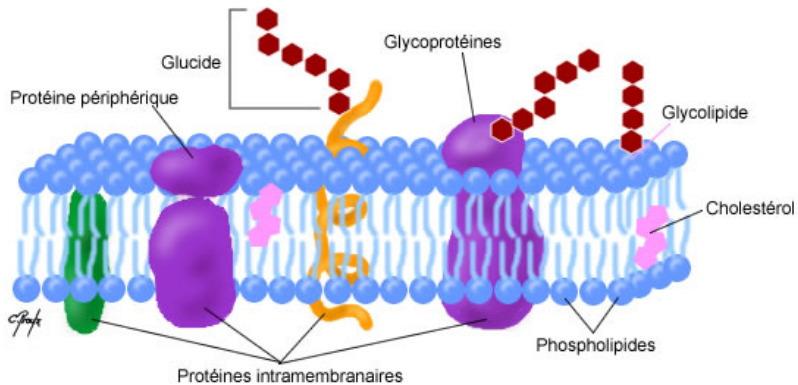
Les glycérophospholipides

glycerophospholipid

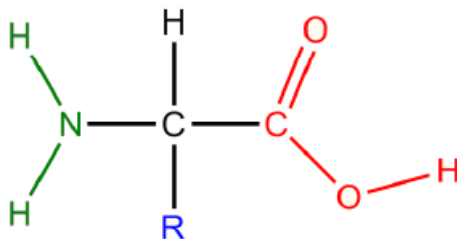


© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

La membrane cellulaire



L'unité de base

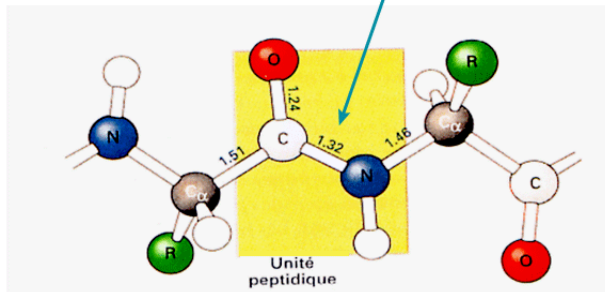
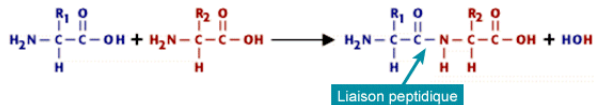


amine

acide carboxylique

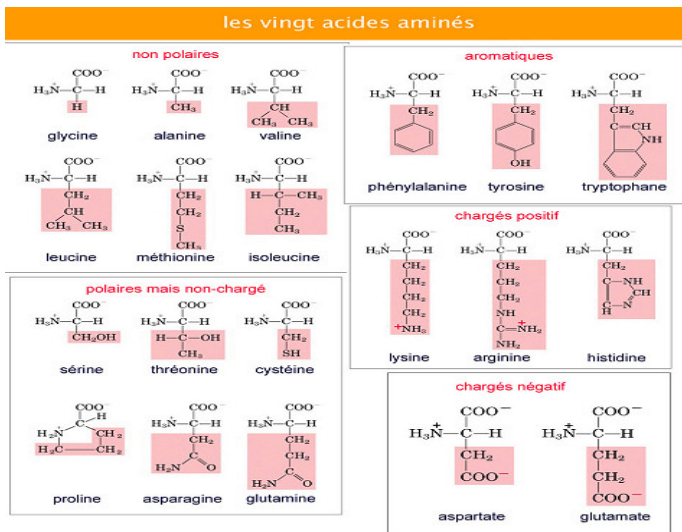
R est le radical et diffère d'un acide aminé à l'autre

La liaison peptidique

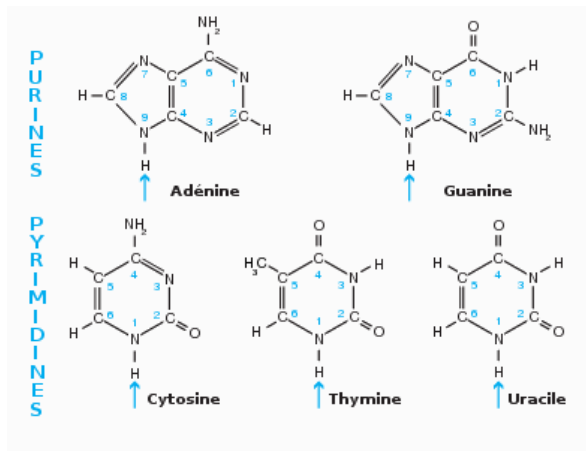


La liaison peptidique est plan

Les 20 acides aminés

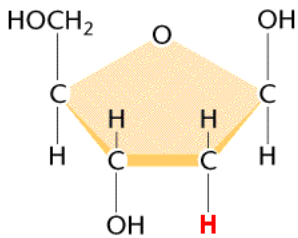
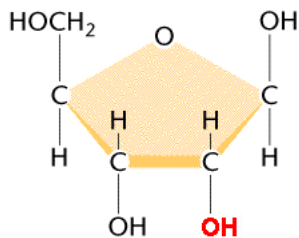


Les bases



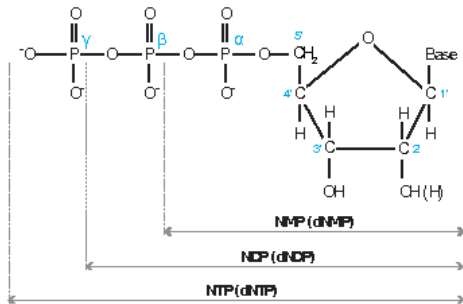
P. LUCHETTA, *Biologie moléculaire en 30 fiches*, ed. DUNOD

Le sucre : le ribose

**2-Deoxyribose****Ribose**

(Klug & Cummings 1997)

Les nucléotides



P. LUCHETTA, *Biologie moléculaire en 30 fiches*, ed. DUNOD