

# Cours de biologie

## “Des atomes aux molécules biologiques”

Jérémy ESQUE

1<sup>er</sup> 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

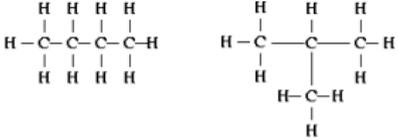
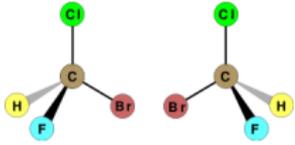
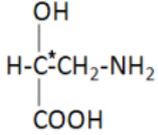
## 5 Les Acides nucléiques

## 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 <sub>2</sub> (Respiration)
C	Carbone	4	18,5	C <sub>n</sub> H <sub>n</sub> (Acide gras)
H	Hydrogène	1	9,5	H <sub>2</sub> 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 <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>
S	Soufre	2	0,3	Ponts disulfures
Na	Sodium	1	0,2	Pompes Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>
Cl	Chlore	1	0,2	Suc gastrique
Mg	Magnésium	2	0,1	Formation des os

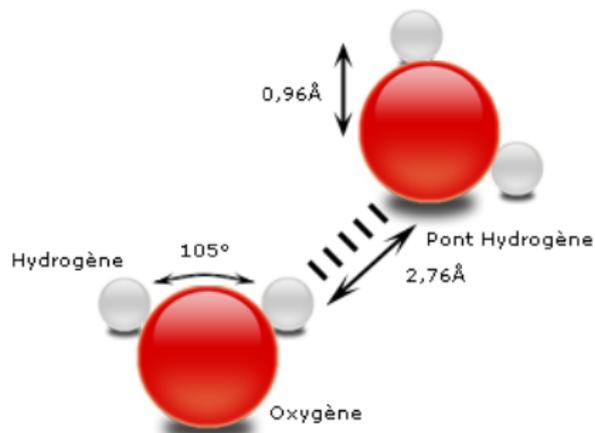
- Proportions pratiquement identiques chez tous les organismes vivants
- **éléments traces** nécessaires en faible quantité : le fer (Fe) (ex : l'hémoglobine), l'iode (I) (ex : les hormones thyroïdiennes)

## 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.
$\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Carboxyle (-COOH) : donneur de protons $\text{H}^+$ , la forme ionisée (-COO <sup>-</sup> ) prédomine dans les cellules
$\text{R}-\text{N}-\text{H}$	Amine (-NH <sub>2</sub> ) : accepteur $\text{H}^+$ , forme ionisée (-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> ) prédomine dans les cellules
$\text{R}-\text{S}-\text{H}$	Thiol (-SH) : formation d'une liaison covalente entre 2 groupes thiols (-S-S-)
$\text{R}-\text{O}-\text{P}(=\text{O})(\text{OH})_2$	Phosphate : charge anionique (-) et transfert d'énergie d'1 molécule à 1 autre

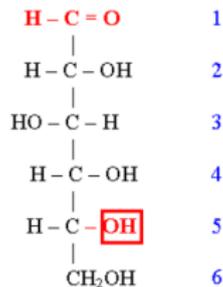
Eau (H<sub>2</sub>O)

## Généralités

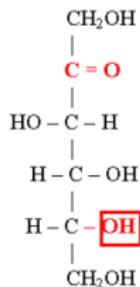
- Les cellules contiennent 65% à 95% d'eau
- Molécule polaire
- Propriété de solvant : liquide (dissolution/dilution d'autres molécules)
- Effet attractif sur d'autres molécules : hydrophile
- Effet répulsif sur d'autres molécules : hydrophobe
- Participation à des réactions biologiques

## Structure linéaire

### D Aldohexose



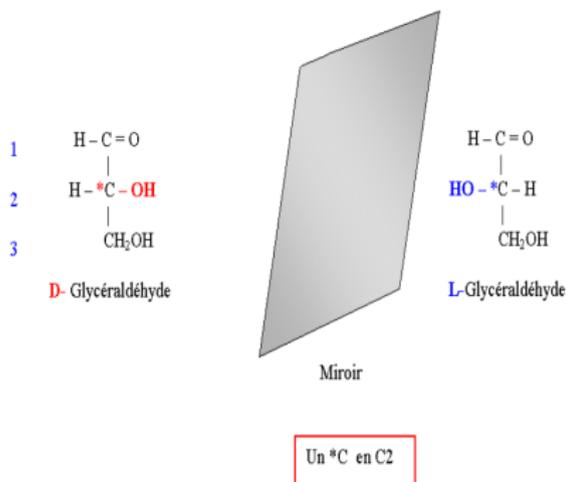
### D Cétohexose



## 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

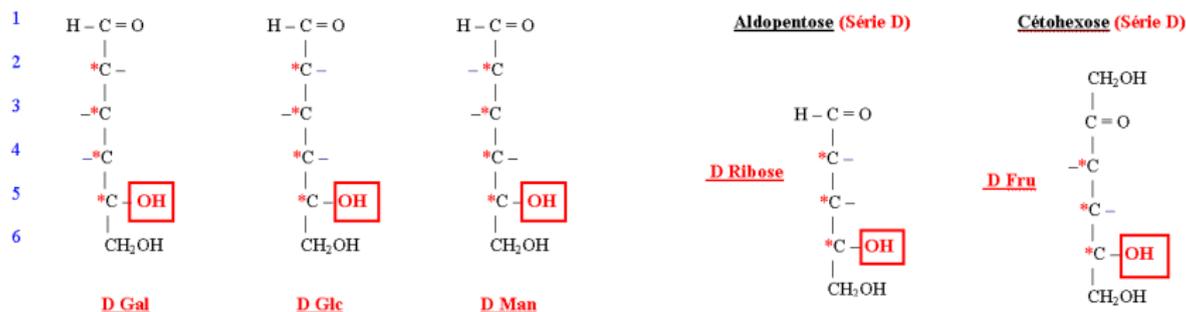
## Glycéraldéhyde et isomérisation



## Glycéraldéhyde

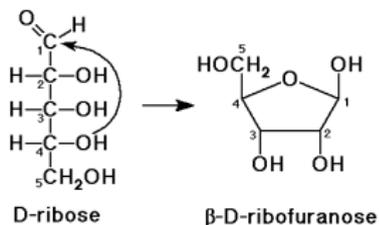
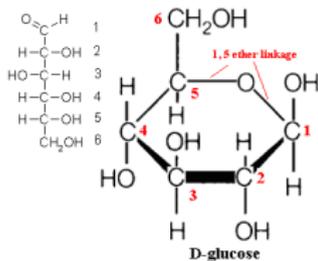
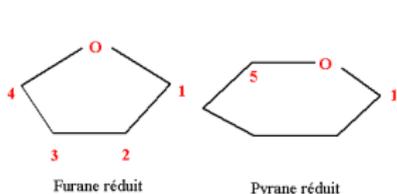
- Isomère optique : forme L (lévogyre) et D (dextrogyre)
- Carbone asymétrique en C2 : \*C
- Molécule chirale : (i) 1 C asymétrique, (ii) aucun plan de symétrie ⇒ optiquement active (pouvoir rotatoire)
- Tous les oses dérivent du glycéraldéhyde par ajout de carbone hydroxylé (-C-OH) (filiation de Fischer)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

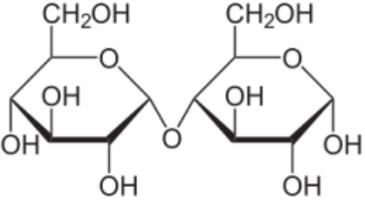
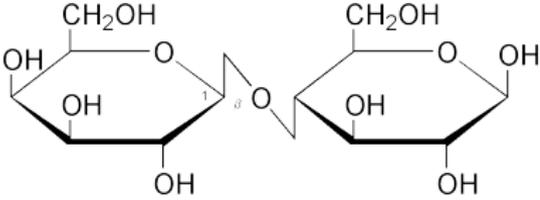
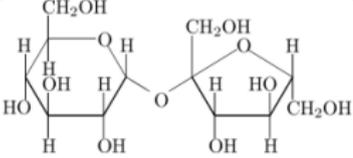
## Cyclisation



## Nomenclature

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

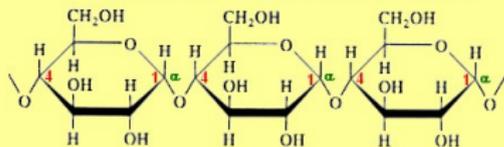
## Les diholosides naturels

	<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 <math>\alpha</math> glucosidase ou <math>\beta</math> fructosidase.</p>

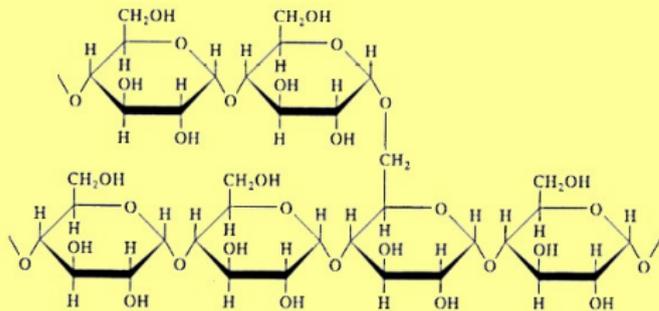
**Remarque** : Les diholosides et polysides sont liés par une ou des liaisons glycosidiques (ou osidique).

## 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  $\alpha$ 1-4 et de ramifications (ou branchements) faites de glucoses unis en  $\alpha$ 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  $\alpha$ 1-4. Constituant de la paroi végétale.

## L'hydrolyse des osides

### Digestion de l'amidon

- Les  $\alpha$  amylases( ou  $\alpha$ 1-4 glucosidases) agissent sur les liaisons  $\alpha$ 1-4 de l'amidon. Amylase pancréatique est très active comparé à l'amylase salivaire.
- L'enzyme débranchant ( ou  $\alpha$ 1-6 glucosidases). Enzyme agissant sur les liaisons  $\alpha$ 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 :

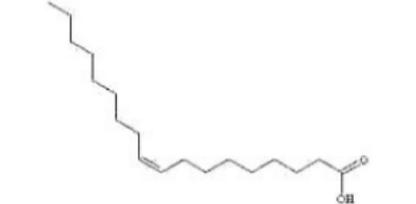
$\beta$  Galactosidase (lactase intestinale du nourrisson, présent aussi chez les bactéries) hydrolyse le lactose en glucose et galactose.

## 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)

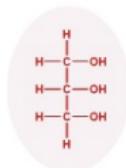
Acides gras insaturés					
Nombre d'atomes de carbone	Nombre d'insaturations	Position des insaturations	série	Nom	Principale origine (sous forme triglycéride)
16	1	$\Delta^9$	n-7	palmitoléique	graisses animales et végétales
18	1	$\Delta^9$	n-9	oléique	huiles végétales
	2	$\Delta^{9,12}$	n-6	linoléique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

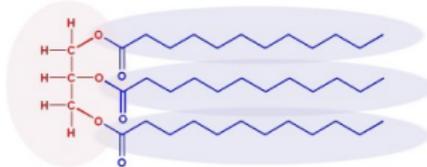
*Glycerol*



*A "free" Fatty Acid*



*Triglyceride*



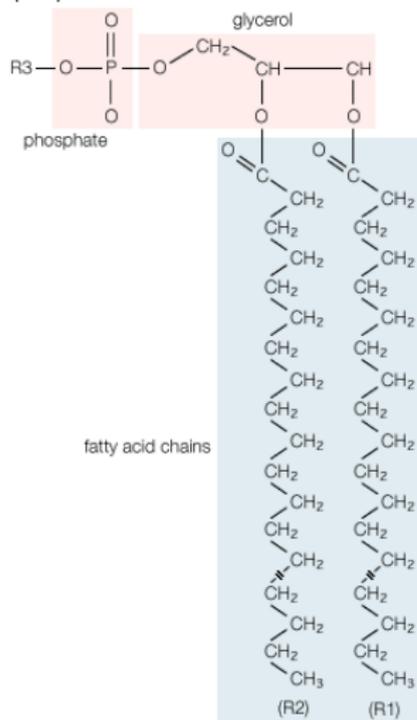
Quelques remarques :

- 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



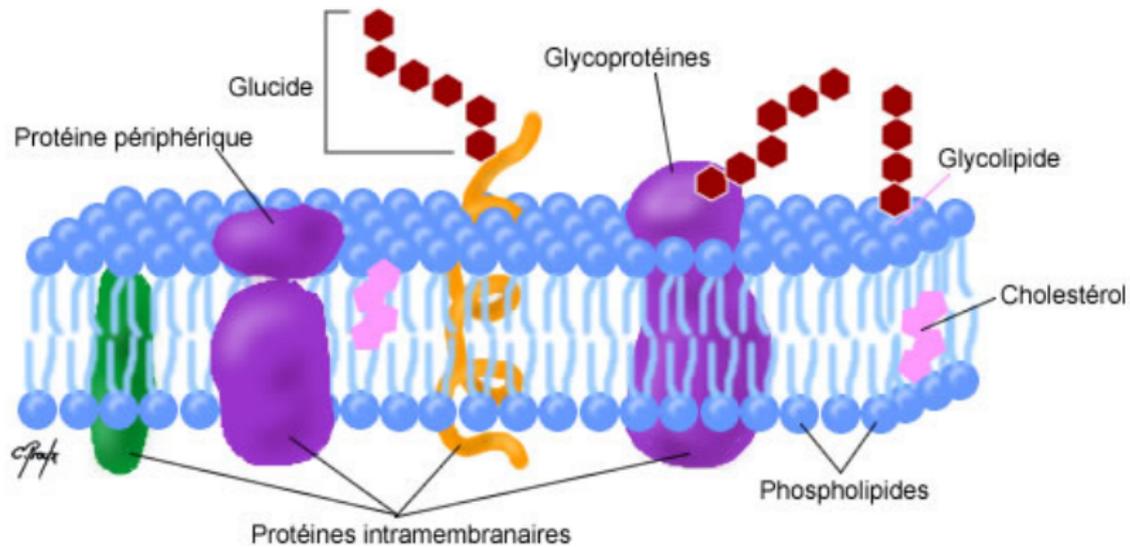
# Les glycérophospholipides

glycerophospholipid

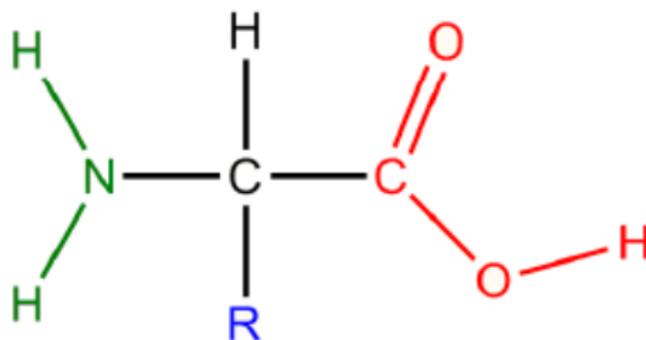


© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

## La membrane cellulaire



## L'unité de base

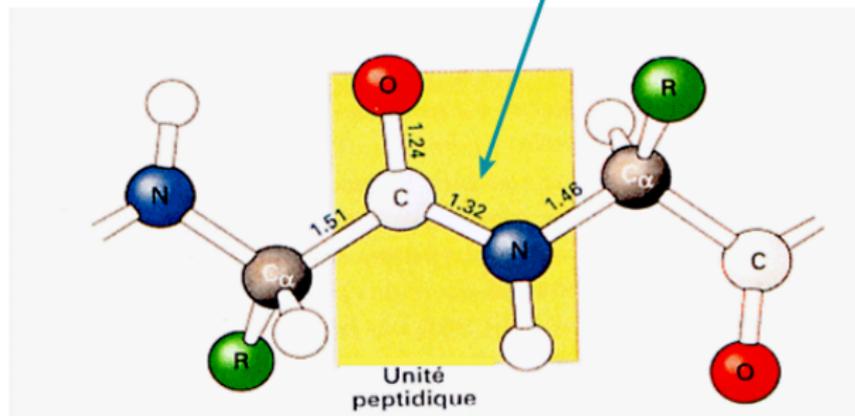
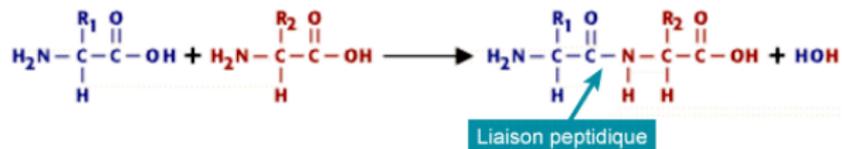


amine

acide carboxylique

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

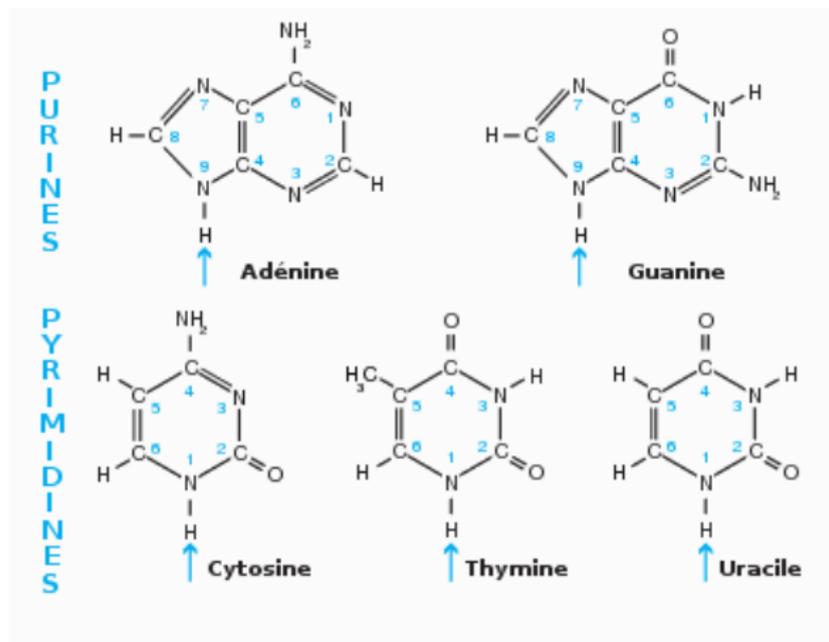
## La liaison peptidique



La liaison peptidique est plan

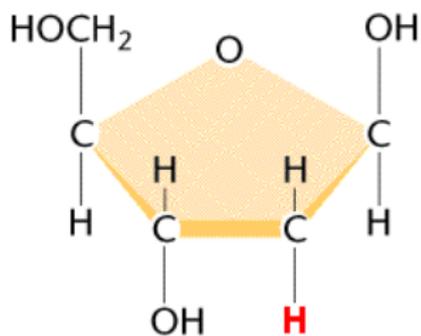
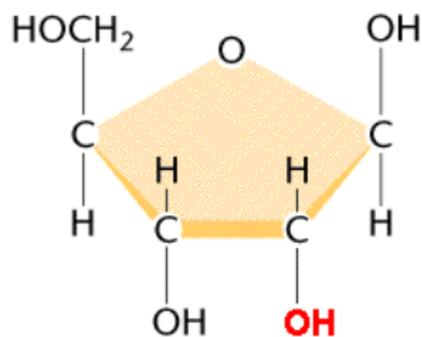


## Les bases



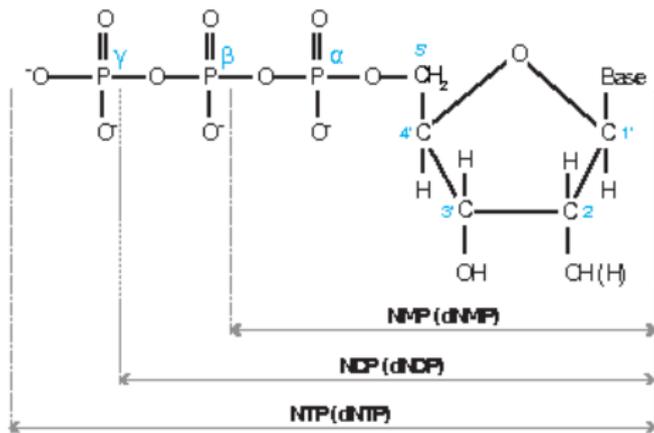
P. LUCHETTA, *Biologie moléculaire en 30 fiches*, ed. DUNOD

## Le sucre : le ribose

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

(Klug &amp; Cummings 1997)

## Les nucléotides



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