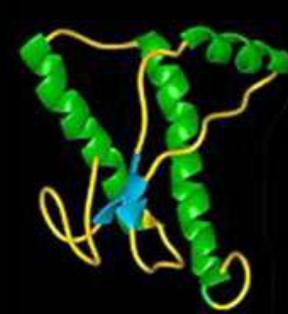
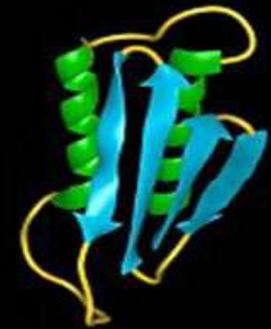


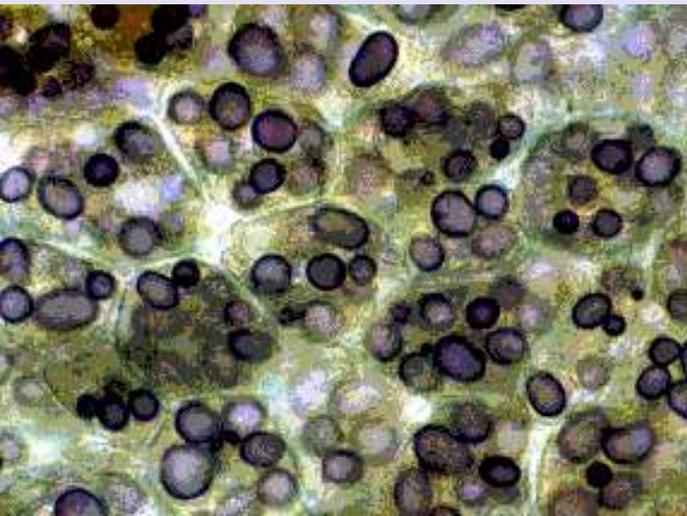
Chapitre I - A : Organisation fonctionnelle des molécules du vivant

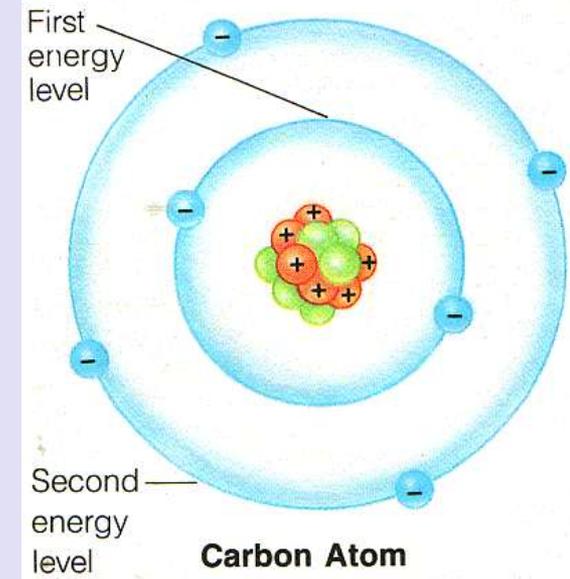
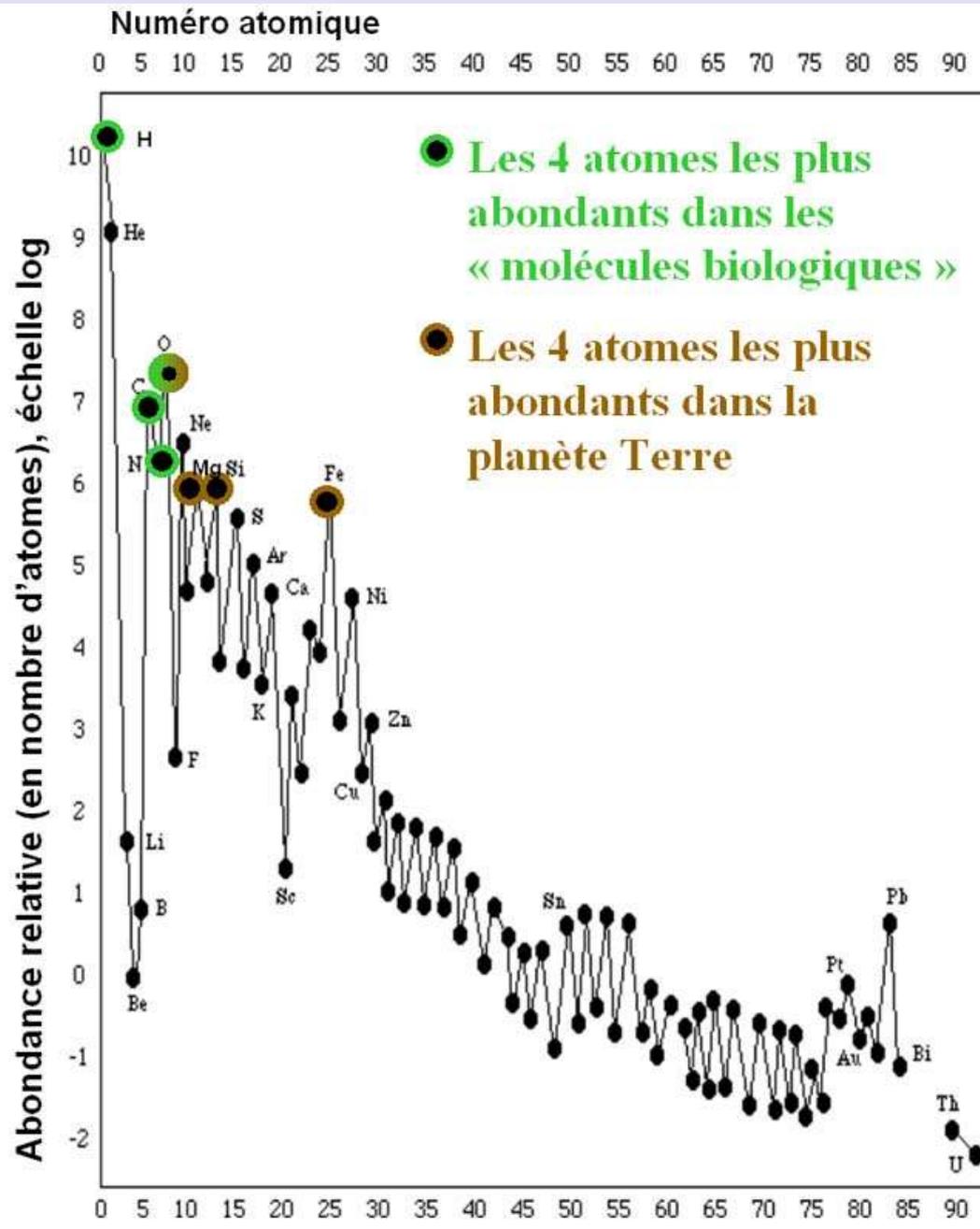


Protéine prion
cellulaire
(PrP^C ou PrP-sen)



Protéine prion
pathologique
(PrP^{Sc} ou PrP-res)





Abondance relative des éléments chimiques à la surface du Soleil
 (Les valeurs sont très voisines de celles du système solaire dans son ensemble – le soleil représente 99,9 % de sa masse – et de celle de l'univers tout entier).

Abondance des principaux éléments chimiques

(en pourcentage massique)

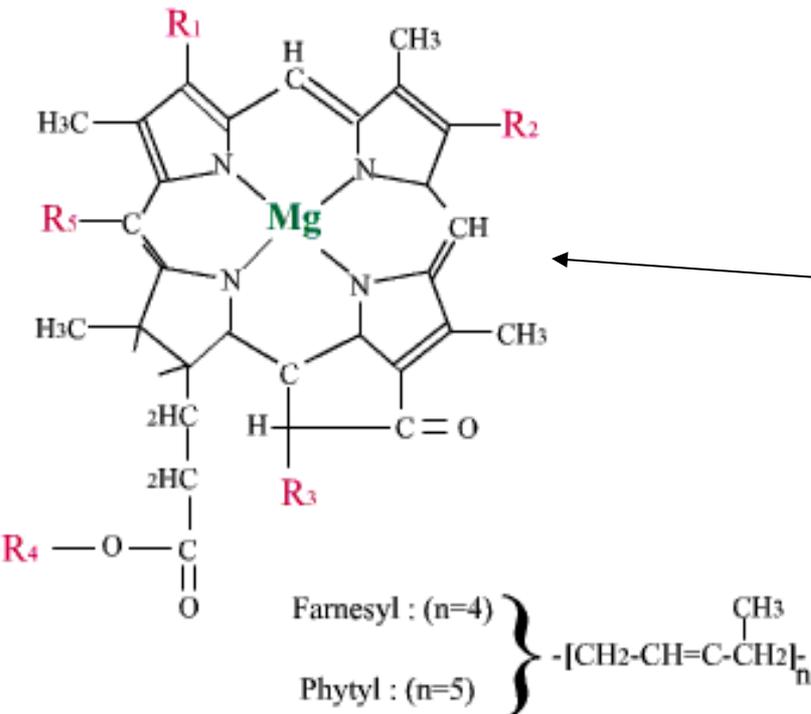
Éléments	Lithosphère + hydrosphère + atmosphère	Luzerne	Homme
Oxygène O	50	76,30	62,81
Carbone C	0,2	11,30	19,37
Hydrogène H	1	9,53	9,31
Azote N	0,03	0,825	5,14
Calcium Ca	3,2	0,58	1,38
Soufre S	0,1	0,108	0,64
Phosphore P	0,1	0,706	0,63
Sodium Na	2,4	0,039	0,26
Potassium K	2,3	0,226	0,22
Chlore Cl	0,2	0,07	0,18
Magnésium Mg	2	0,08	0,04
Fer Fe	4	0,0027	0,005
Silicium Si	25,8	0,0093	0,004
Aluminium Al	7,3	0,0025	0,001
Total	98,63	99,78	99,99
Total des éléments majeurs	-	98,77	97,9

Macroéléments majeurs : C, H, O, N, P, S représentent environ 98 % de la biomasse.

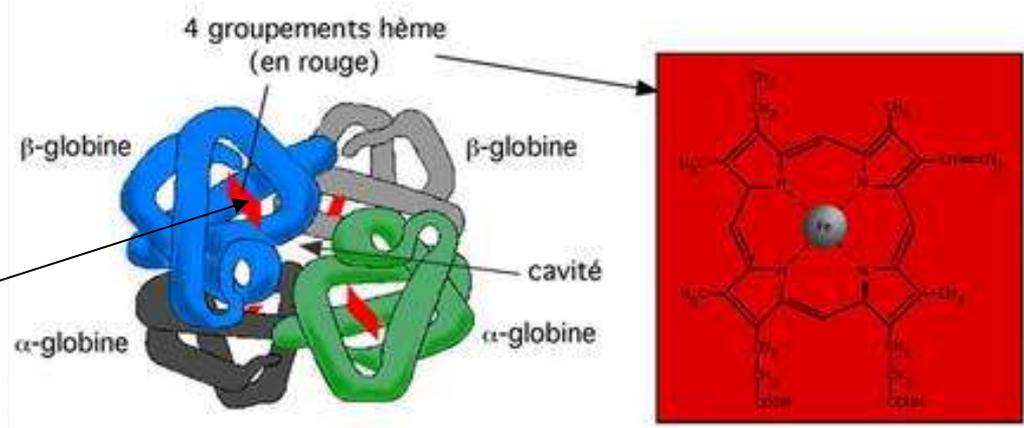
Macro éléments mineurs : Cl, K, Ca, Mg, Na dont la forme ionique est prévalente.

Oligoéléments : Fe, Zn, Cu, I, Mn, Se, Co sont présents à très faible dose (<1mg/kg)

Le noyau tétrapyrrole de la chlorophylle



L'hème de l'hémoglobine



D'après Russell, P.J. (1994) Genetics, Harper Collins, New York

Composition moyenne de la croûte terrestre, de l'hydrosphère et de la troposphère.

<http://regentsprep.org/regents/earthsci/units/introduction/lithosphere.cfm>

ELEMENT (symbol)	CRUST		HYDROSPHERE	TROPOSPHERE
	Percent by Mass	Percent by Volume	Percent by Volume	Percent by Volume
Oxygen (O)	46.40	94.04	33.0	21.0
Silicon (Si)	28.15	0.88		
Aluminum (Al)	8.23	0.48		
Iron (Fe)	5.63	0.49		
Calcium (Ca)	4.15	1.18		
Sodium (Na)	2.36	1.11		
Magnesium (Mg)	2.33	0.33		
Potassium (K)	2.09	1.42		
Nitrogen (N)				
Hydrogen (H)				
Other	0.66	0.07		

Abondance des principaux éléments chimiques

(en pourcentage massique)

Éléments	Lithosphère + hydrosphère + atmosphère	Luzerne	Homme
Oxygène O	50	76,30	62,81
Carbone C	0,2	11,30	19,37
Hydrogène H	1	9,53	9,31
Azote N	0,03	0,825	5,14
Calcium Ca	3,2	0,58	1,38
Soufre S	0,1	0,108	0,64
Phosphore P	0,1	0,706	0,63
Sodium Na	2,4	0,039	0,26
Potassium K	2,3	0,226	0,22
Chlore Cl	0,2	0,07	0,18
Magnésium Mg	2	0,08	0,04
Fer Fe	4	0,0027	0,005
Silicium Si	25,8	0,0093	0,004
Aluminium Al	7,3	0,0025	0,001
Total	98,63	99,78	99,99
Total des éléments majeurs	-	98,77	97,9

Comparaison de l'abondance des éléments dans la croûte et au sein du vivant

Macroéléments majeurs : C, H, O, N, P, S représentent environ 98 % de la biomasse.
Macro éléments mineurs : Cl, K, Ca, Mg, Na dont la forme ionique est prévalente.
Oligoéléments : Fe, Zn, Cu, I, Mn, Se, Co sont présents à très faible dose (<1mg/kg)

constituants (MM moyenne, en Da)	<i>Escherichia coli</i>		Cellule hépatique de rat	
	% du poids total	nombre de molécules par cellule	% du poids total	nombre de molécules par cellule
eau (18) ions inorganiques (40)	70	$4 \cdot 10^{10}$	75-85	$4,2 \cdot 10^{13}$
petites molécules et précurseurs (100-300)	1-2	$2,5 \cdot 10^8$	1-2	$2,4 \cdot 10^{11}$
lipides et précurseurs (750)	3-4	$2,5 \cdot 10^8$	0,5-2	$1,4 \cdot 10^{10}$
polysaccharides	1-2	/	2-10	/
protéines ($4 \cdot 10^4$)	1-2	$2,5 \cdot 10^7$	2-5	$2,5 \cdot 10^{10}$
ARN (10^4 - 10^6)	15	/	2-10	/
ADN	6	$3,6 \cdot 10^6$	10-12	$2,5 \cdot 10^9$
	1	$4,6 \cdot 10^5$	0,8-1	$1,5 \cdot 10^8$
		1-2 (MM = $2,5 \cdot 10^9$)	0,4	44 chromosomes

Comparaison des catégories moléculaires de cellules eubactériennes (*E. coli*) et eucaryote (foie de Rat).

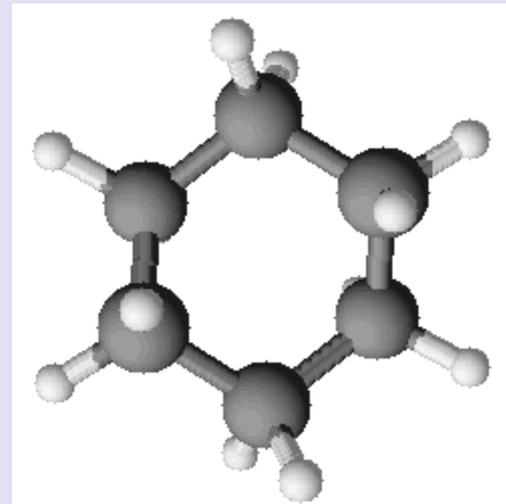
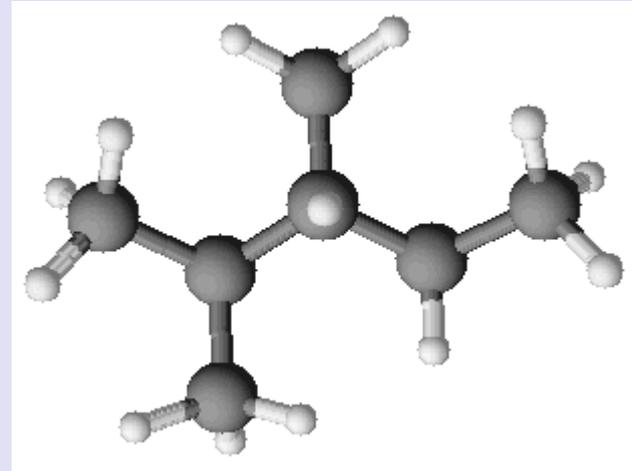
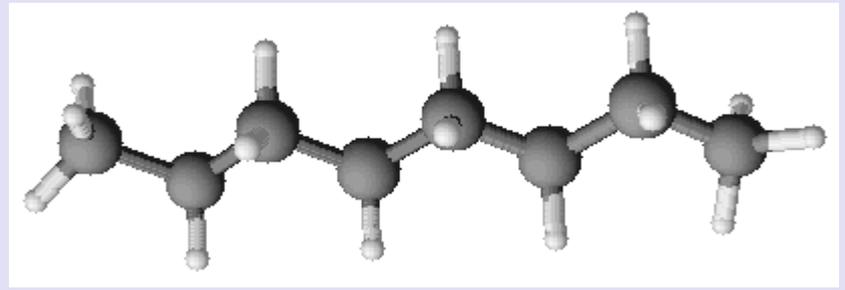
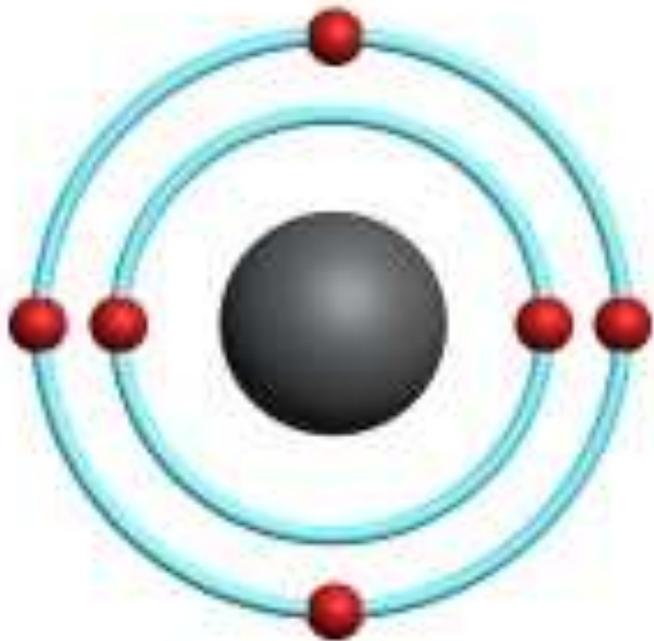
L'hépatocyte a un volume environ 1000 fois supérieur à celui de la cellule bactérienne.

Constituants		Cellule eucaryote	Cellule procaryote
Constituants minéraux	Eau	74	70
	Sels minéraux	1	1
Constituants organiques	Glucides	1,5	3
	Lipides	2,5	2
	Protides	16	17
	Acides nucléiques	5	7

Comparaison des catégories de molécules d'une cellule eucaryote (foie de Rat) et d'une cellule eubactérienne (E. coli).

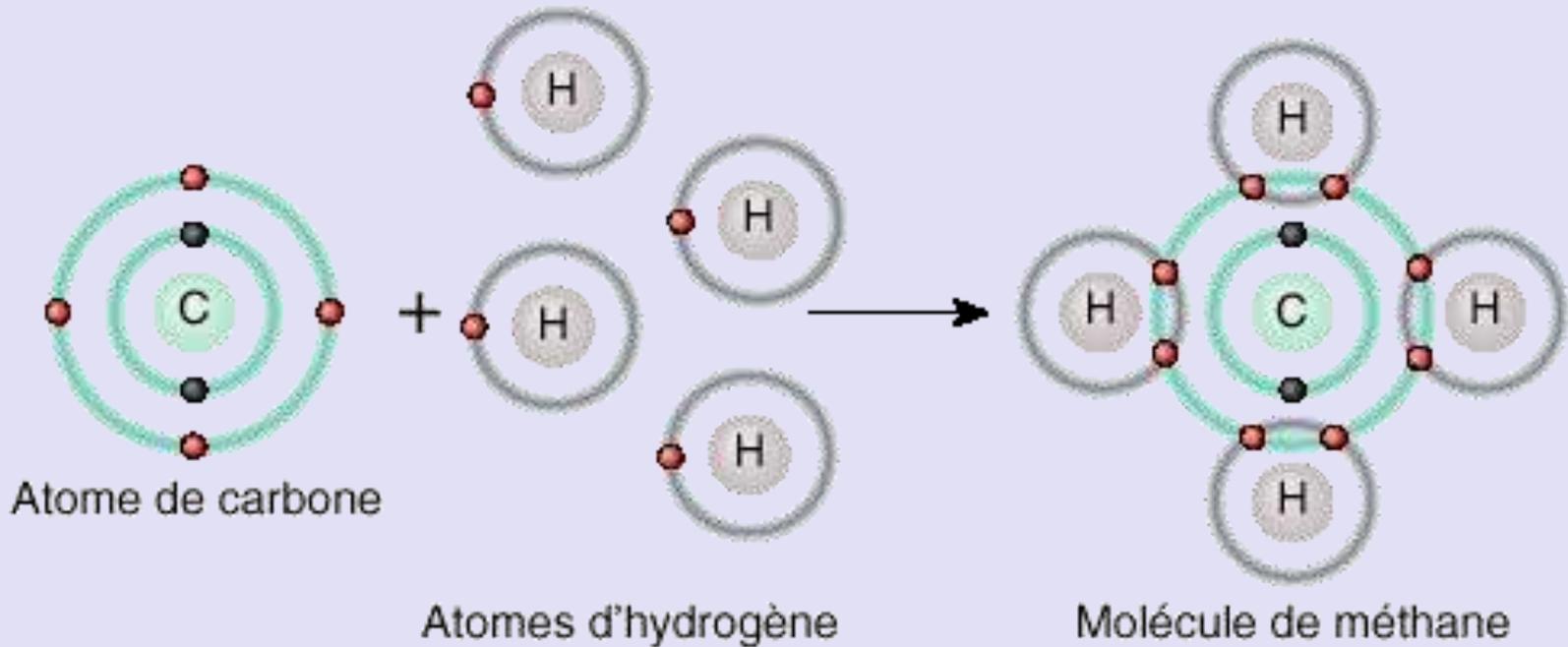
eau	1	Dans une cellule eucaryote, on peut dénombrer jusqu'à 10 000 macromolécules différentes.
ions minéraux	20	
petites molécules organiques	800	
macromolécules organiques	5000	

Document 2. Inventaire (approximatif) du nombre d'espèces chimiques différentes dans une cellule de type eubactérie.



**L'atome de
carbone peut
donner des
édifices variés**

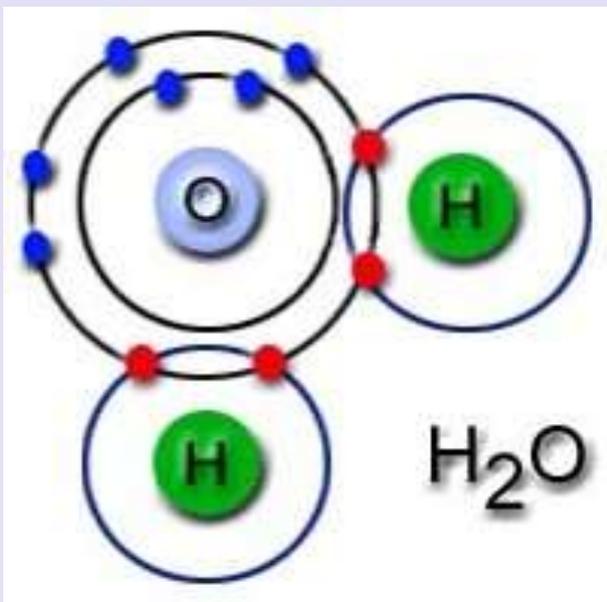
La liaison covalente



- **Mise en commun d'électrons**
 - **Distance faible entre atomes : 0,03 à 0,1 nm**
- **Energie de liaison très élevée : qq 100aines de kJ/mol**
(350 kJ/mol pour une liaison C-C) → **stable**

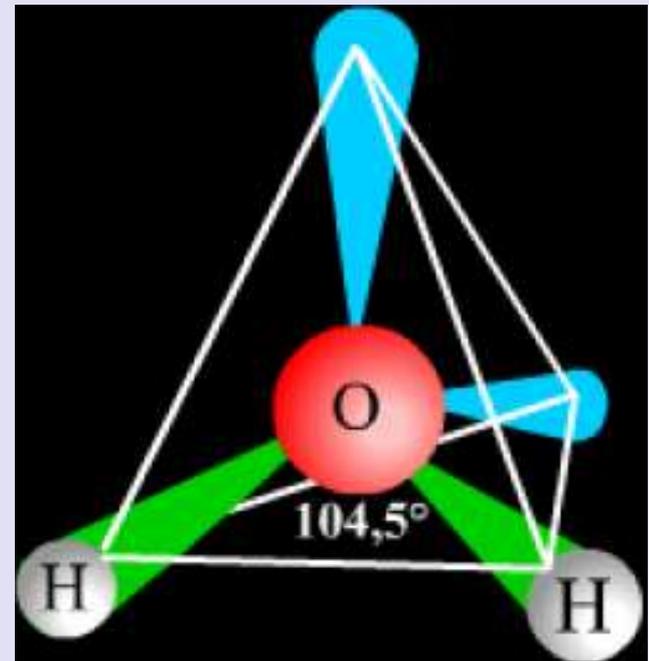
Groupe	Formule	Signification biologique	Exemple de molécule
Méthyle	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Hautement insoluble dans l'eau. La chaîne aliphatique ne forme pas de ponts hydrogène.	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-(\text{CH}_2)_n-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>Acide gras</p>
Hydroxyle	-OH	Soluble dans l'eau. Forme des ponts hydrogène.	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>Ethanol</p>
Carboxyle	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	Chargé négativement à pH physiologique. Bon accepteur de ponts hydrogène.	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>Acide acétique</p>
Carbonyle	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagdown \end{array}$	Forme des ponts hydrogène avec l'eau.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>Acétaldéhyde</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{C}-\text{O}^- \\ \\ \text{O} \end{array}$ <p>Pyruvate</p>
Aldéhyde	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$		
Cétone	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{R} \end{array}$		
Amine		Forme des liaisons H avec l'eau	

Document 3. Principales fonctions portées par les atomes de carbone des molécules biologiques et leurs propriétés.

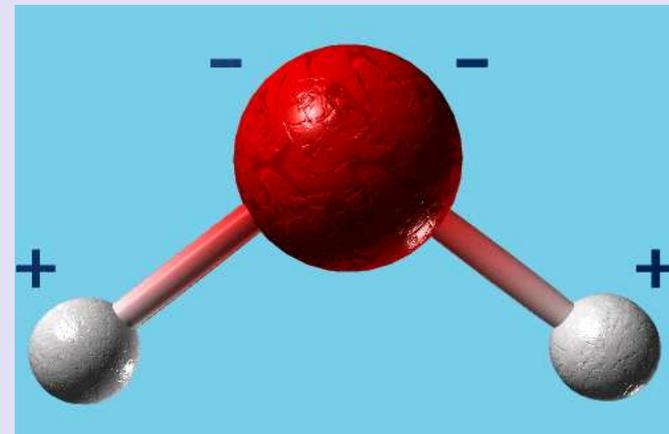


Liaison covalente dans la molécule d'eau

La molécule d'eau possède une structure en forme de tétraèdre à cause de la présence de deux doublets d'électrons libres (en bleu).

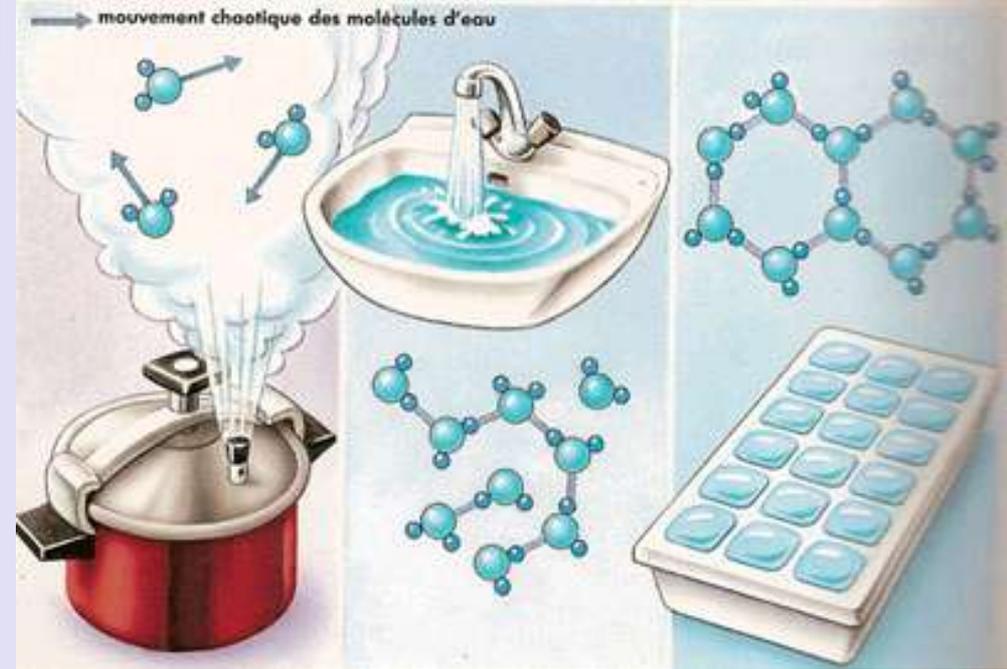
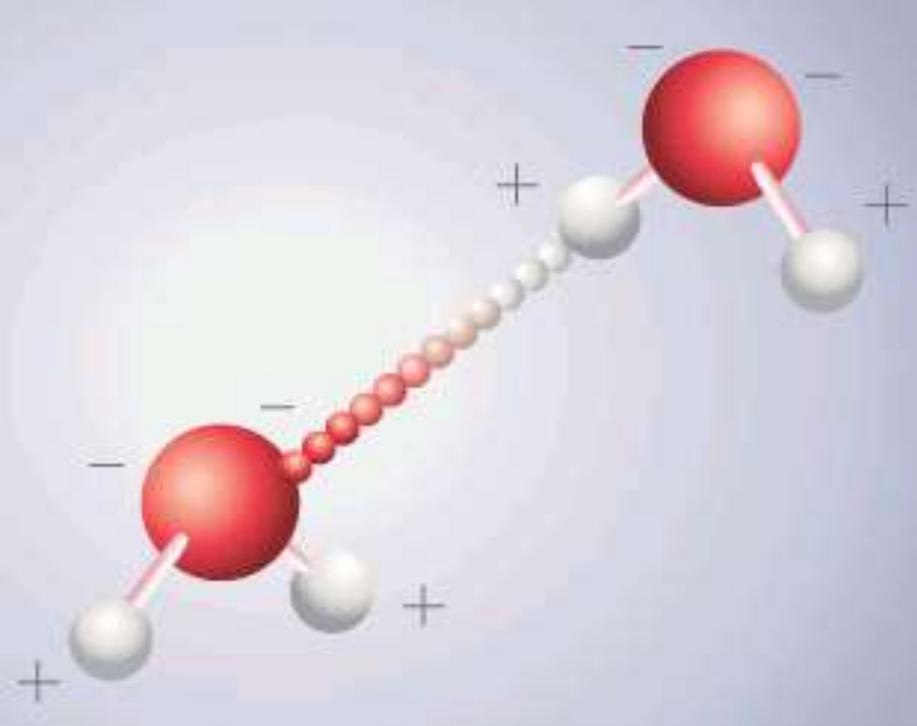


Une représentation de la molécule d'eau montrant son caractère polaire.



Structure de la molécule d'eau

Voir Document 4.



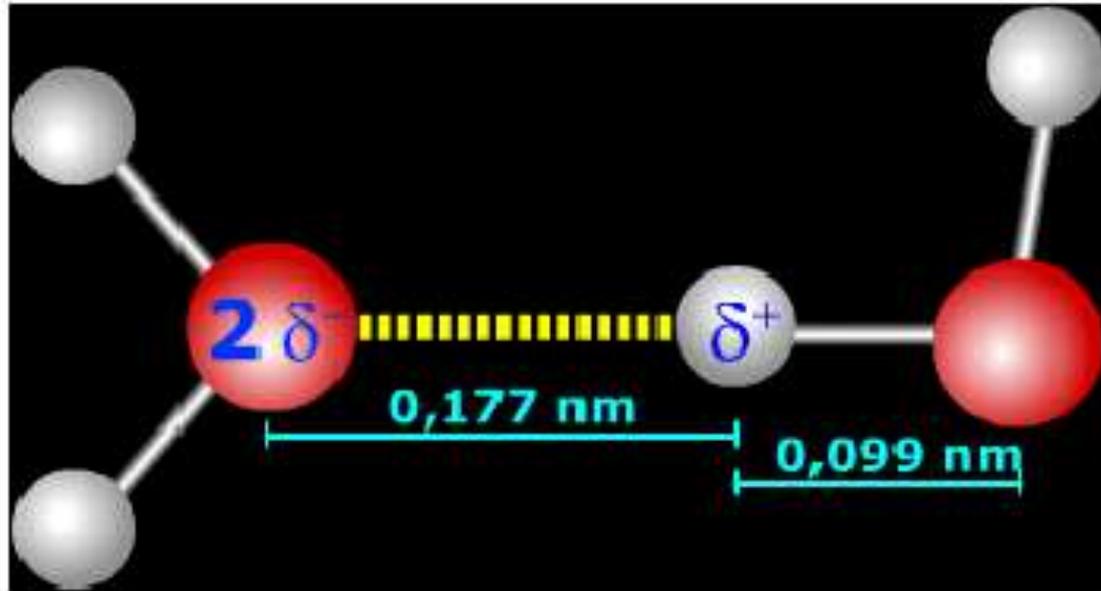
© CNRS / A. L. Siat - Ecole Estienne

Eau et liaison hydrogène

L'eau est le seul liquide à développer un aussi grand nombre de ces liaisons hydrogène qui jouent un rôle extrêmement important en lui conférant des propriétés très particulières.

Voir [Document 4.](#)

Propriétés de la liaison hydrogène entre molécules d'eau

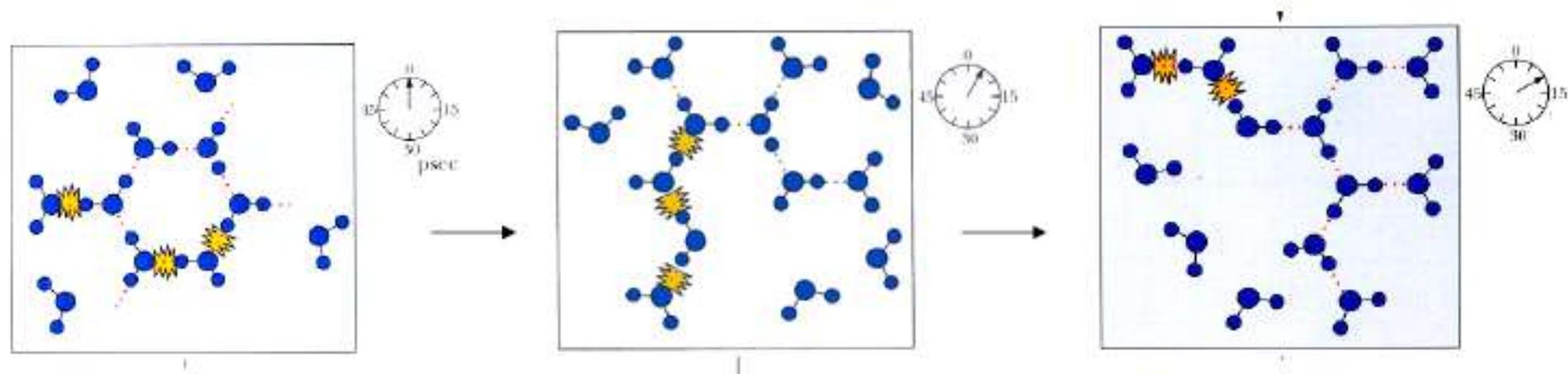


De nature électrostatique, elle s'établit entre un atome d'hydrogène porteur d'une charge partielle δ^+ et l'atome d'oxygène d'une molécule d'eau voisine.

Energie de cette liaison : 20 kJmol^{-1} , très inférieure à l'énergie d'une liaison de covalence (100 à 400).

L'interprétation moderne de la structure de l'eau est que les molécules d'eau sont reliées par des suites ininterrompues de liaisons hydrogène s'étendant dans toutes les directions de l'échantillon.

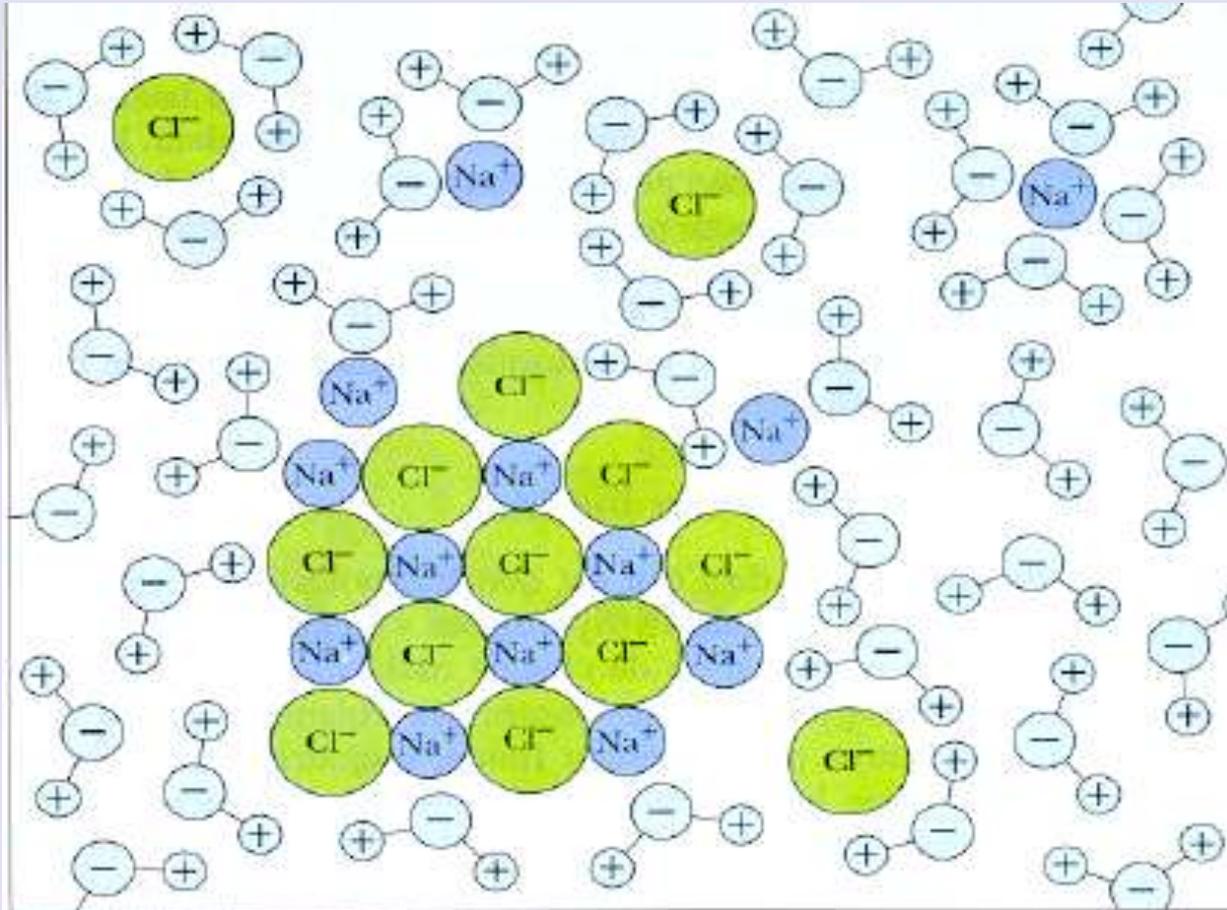
La participation de chaque molécule d'eau à la formation statistique de liaisons hydrogène avec les molécules voisines signifie que chaque molécule est reliée aux autres par un réseau fluide, toujours renouvelé de liaisons H.



La durée moyenne d'une liaison H entre 2 molécules d'eau est de 9.5 ps (10^{-12} s)

Toutes les 10 ps, une quelconque molécule H_2O se déplace, se réoriente, et interagit avec de nouveaux voisins : c'est la fluidité de l'eau

L'eau , solvant efficace



- Liaisons H établies entre molécules d'eau et ions plus fortes que les liaisons entre les ions → solvation
 - Structures dynamiques stables : 2 à 4 ns (100 fois plus que les liaisons H de l'eau)

Propriétés de solvatation

Nature extrêmement polaire de l'eau → excellent solvant pour

1) des substances ionisables (sels, NaCl)

2) des substances non ionisables polaires (oses, alcools, amines, carbonyles..)

1) : Interactions électrostatiques

2) : Interactions par liaison H

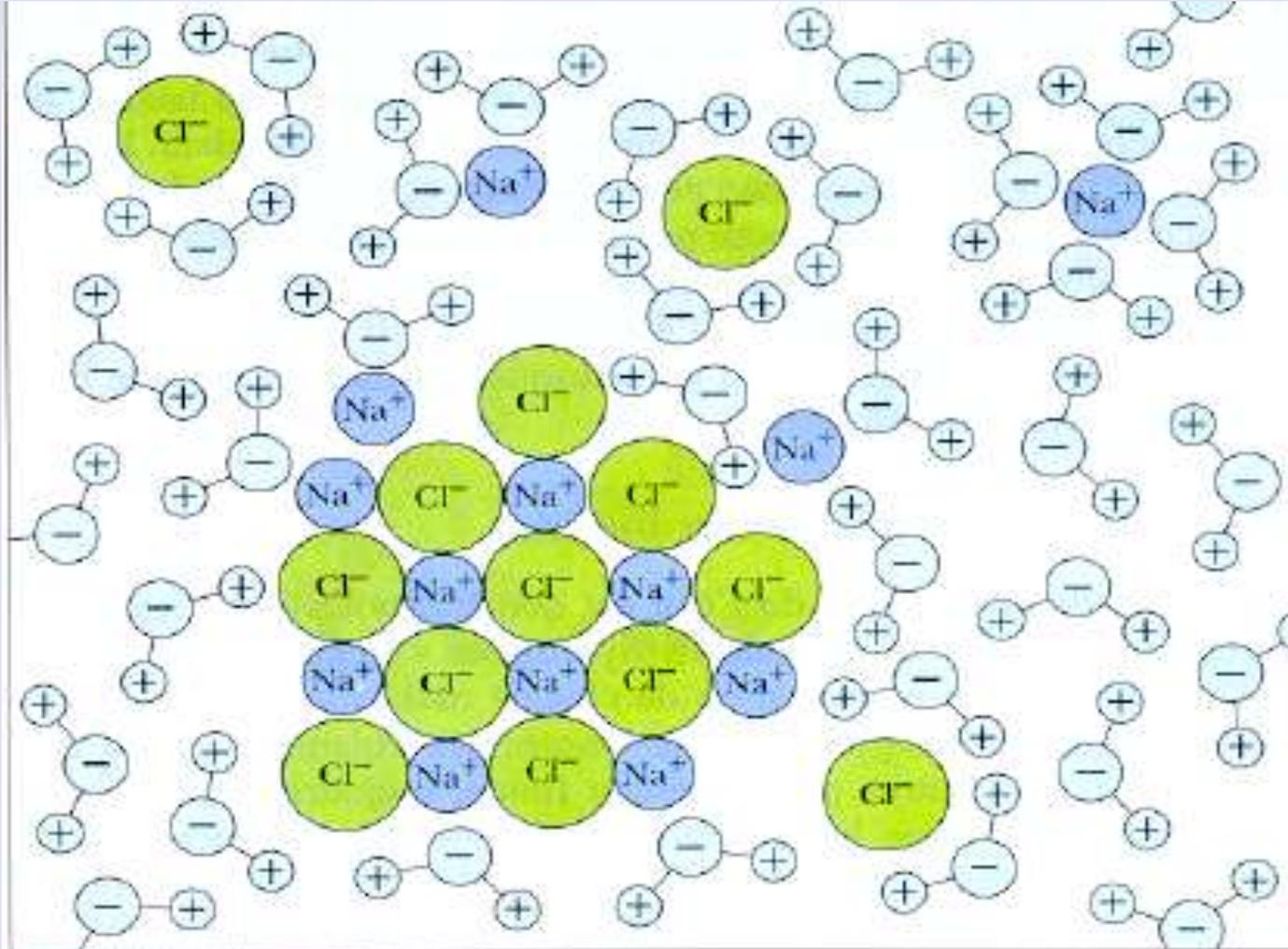
Composés hydrophiles

L'eau ne peut pas dissoudre les composés non polaires qui interagissent entre eux par

3) : Interactions hydrophobes

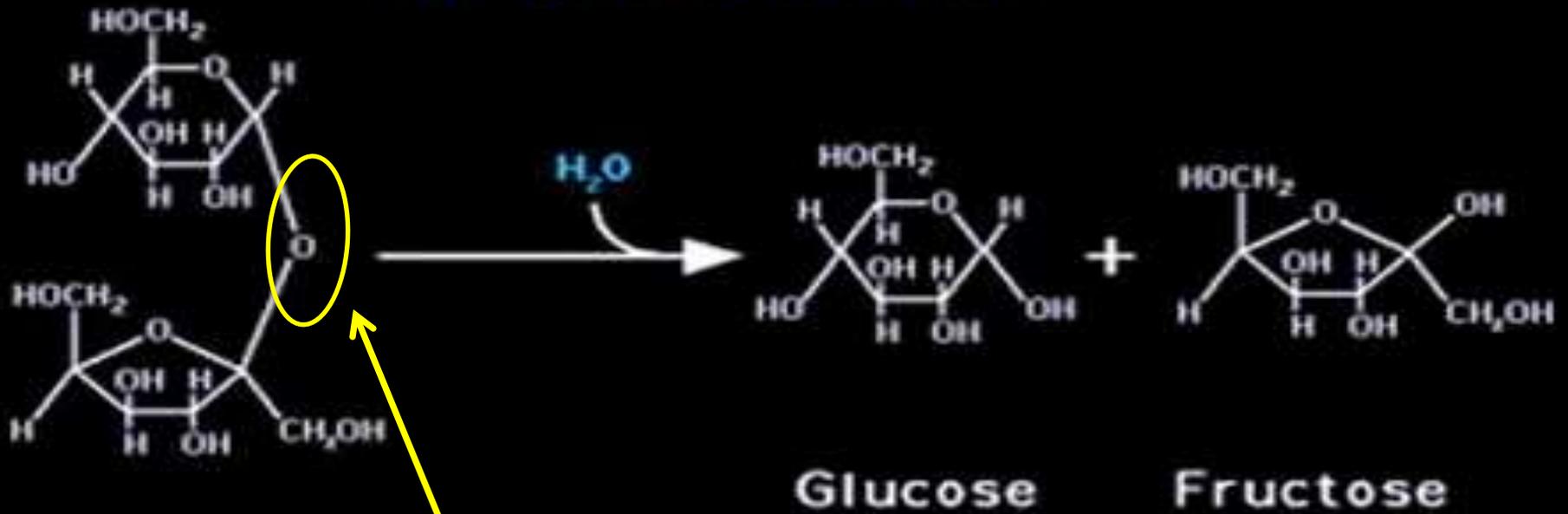
Composés hydrophobes

L'eau forme une couronne d'hydratation autour des ions



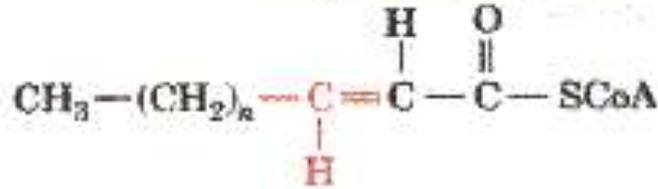
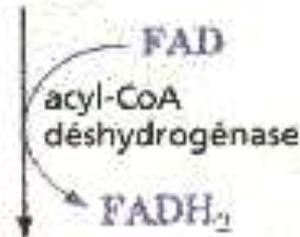
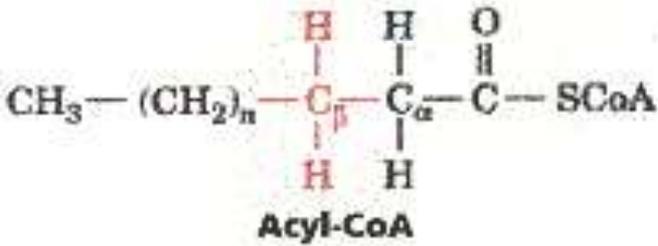
Eau et hydrolyse

Saccharase (α -glucosidase)

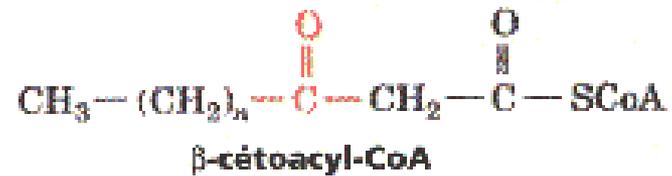
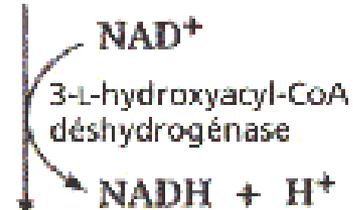
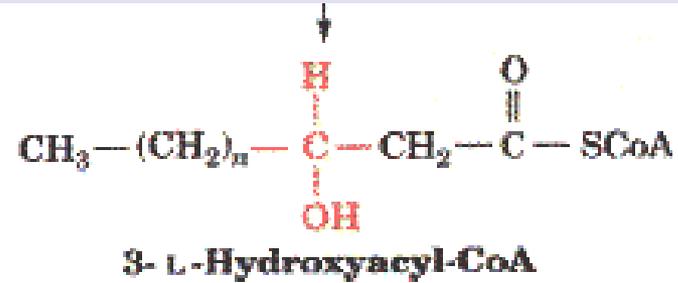
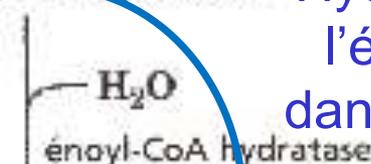


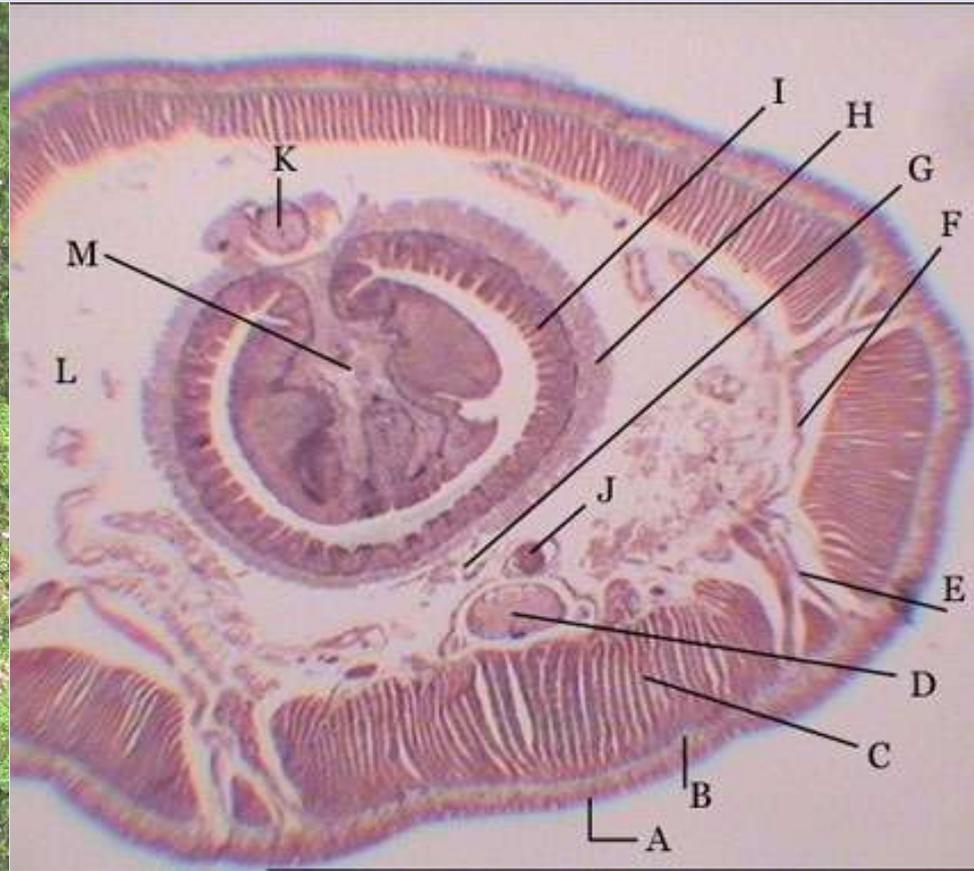
Liaison covalente
unissant les deux oses

Document 5. Hydratation



Hydratation de l'énoyl-Co-A dans l'hélice de Lynen



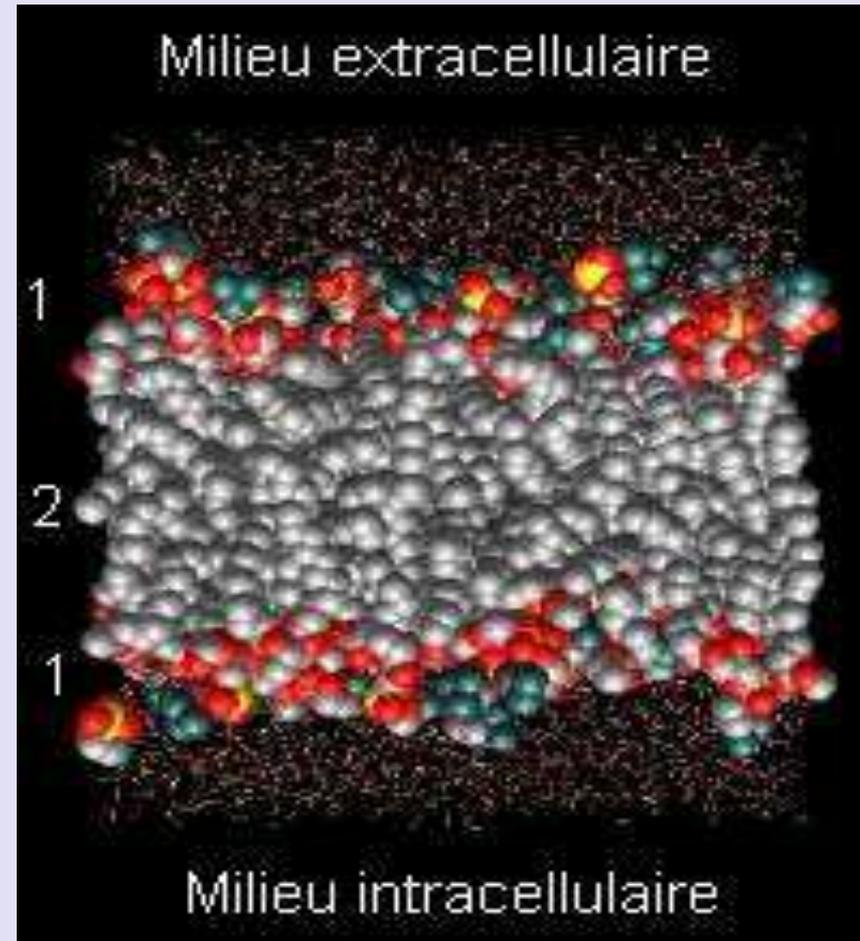


Coupe transversale de Lombric

u-bordeaux1.fr

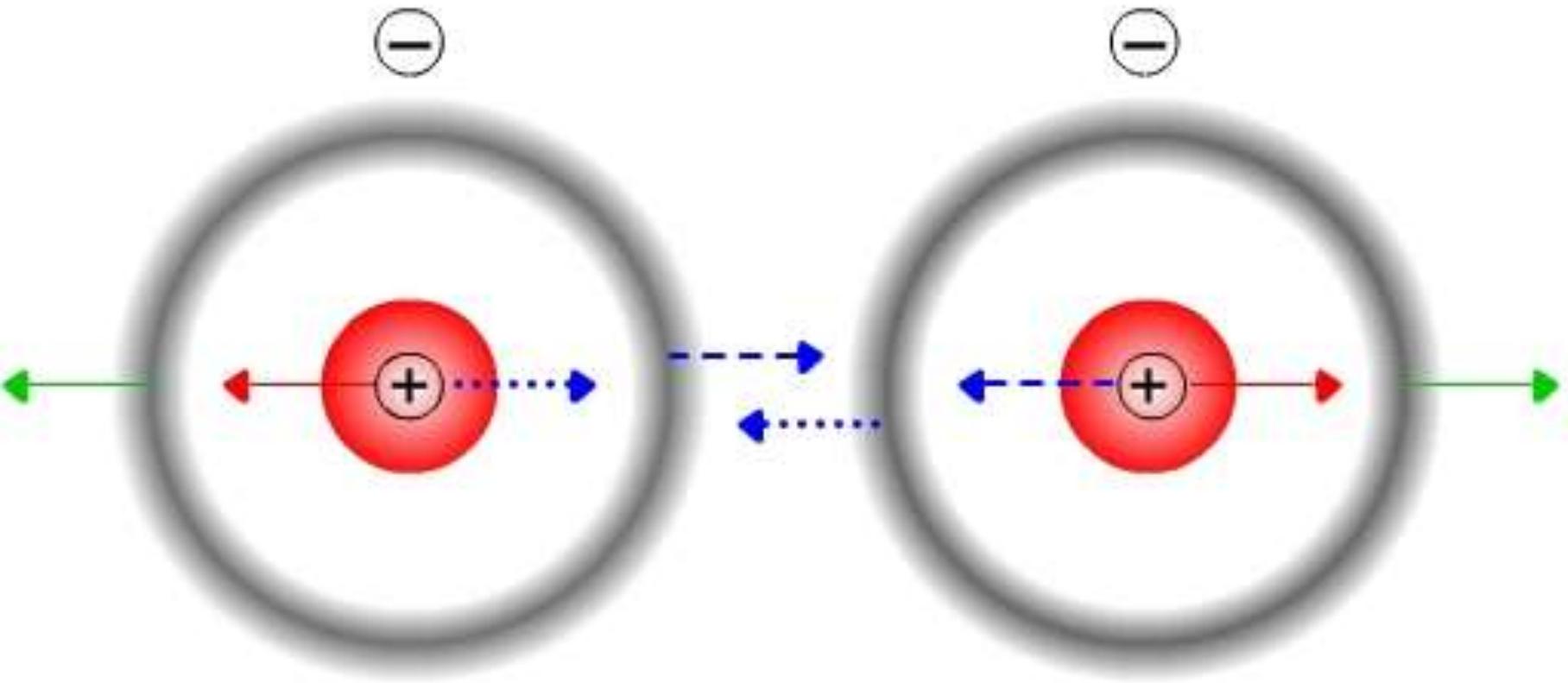
Le Lombric se déplace grâce à son hydrosquelette

Eau et interactions hydrophobes



→ Structuration des lipides amphiphiles
en milieu aqueux

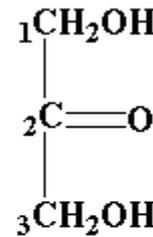
Interactions de type Van der Waals



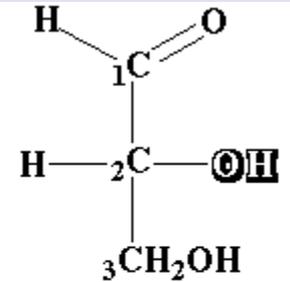
- Répulsion entre les noyaux
- Répulsion entre les nuages électroniques
- Attraction entre le noyau d'un atome et le nuage électronique de l'autre atome

Les oses, des molécules réductrices

Document 6. Deux précurseurs métaboliques

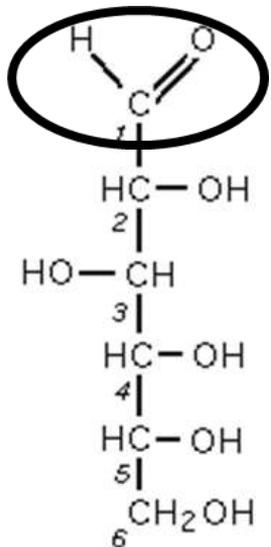


dihydroxyacétone



glycéraldéhyde

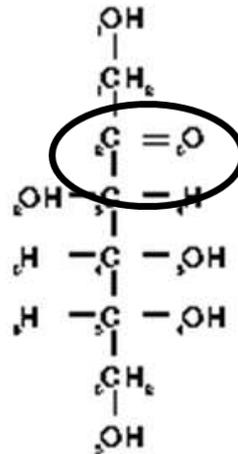
E. Jaspard (2002)



D-Glucose

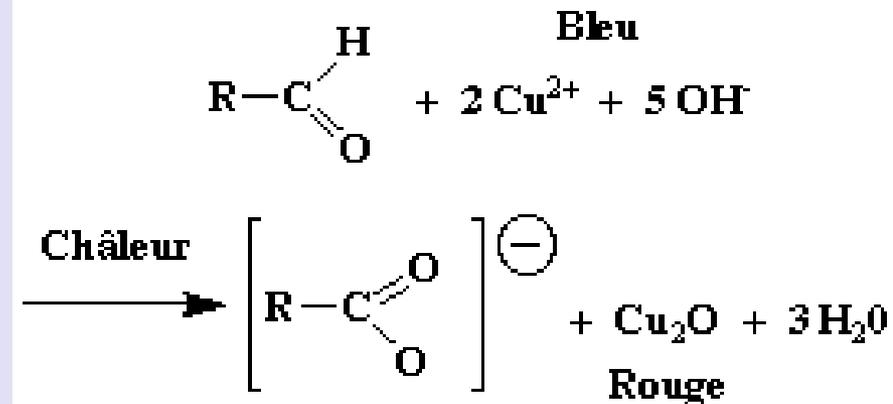
Le glucose est un aldose

D-fructose



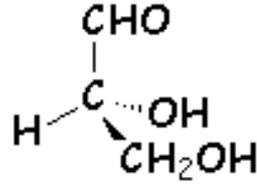
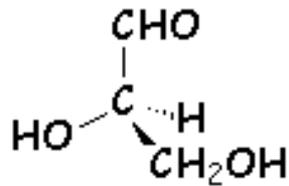
Le fructose est un cétose

Réaction à la Liqueur de Fehling

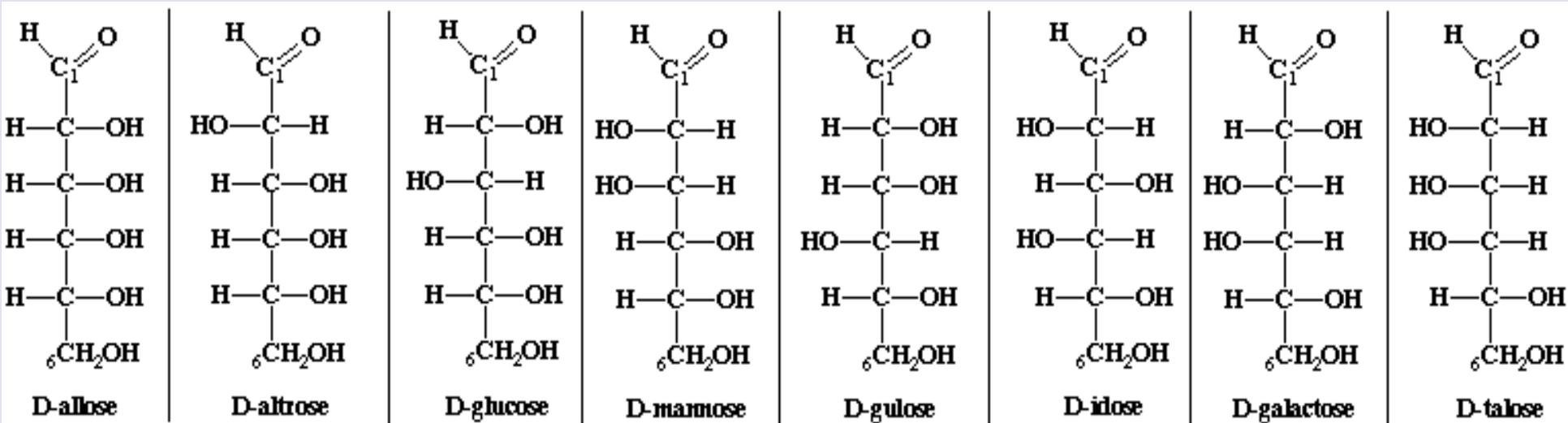
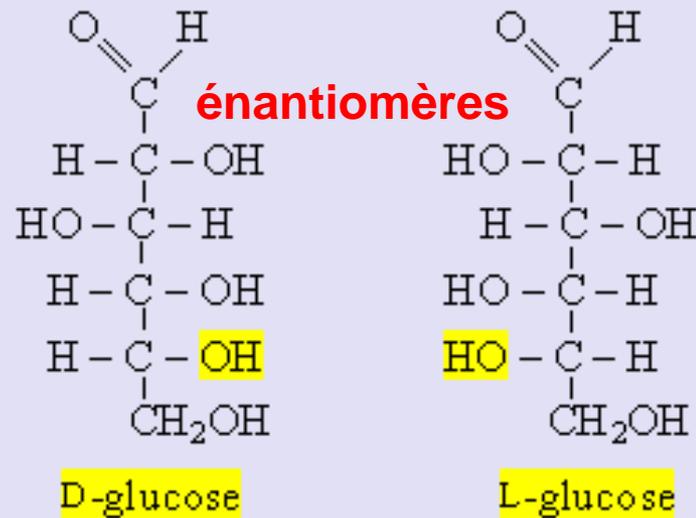
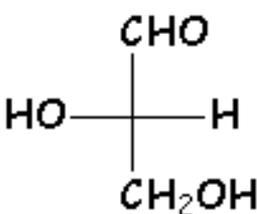
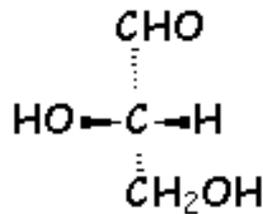
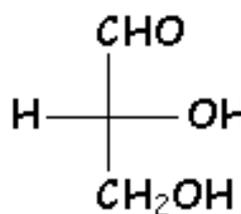
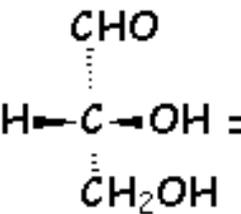


Document 7. Deux hexoses.

série D (+) Voir Document 8. série L (-)



énantiomères



stéréoisomères

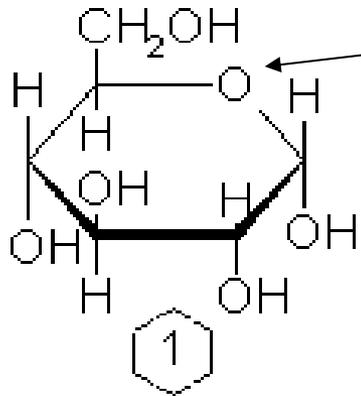
E. Jaspard (2008)

Les isomères chez les oses

D galactose et D glucose sont des **épimères**.
 D mannose et D glucose? oui
 D mannose et D galactose? non

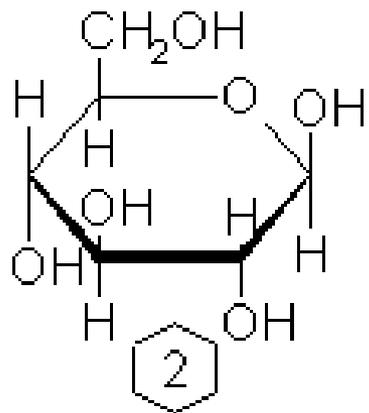
La structure cyclique des oses source d'isoméries supplémentaires

Entre le C1 et le C5



La cyclisation
masque la fonction
aldéhyde

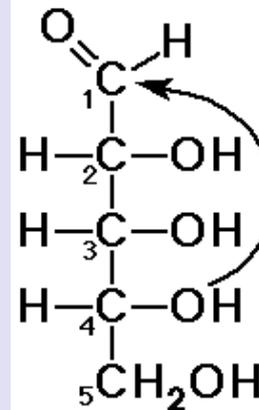
α -D-glucopyranose



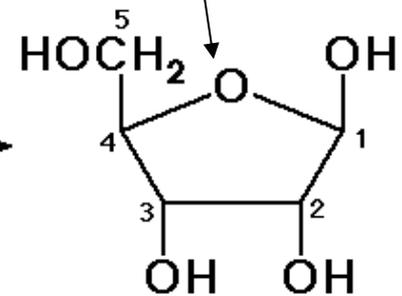
β -D-glucopyranose

Cycle pyrane

Formation d'un pont oxygène
entre le C1 et le C4



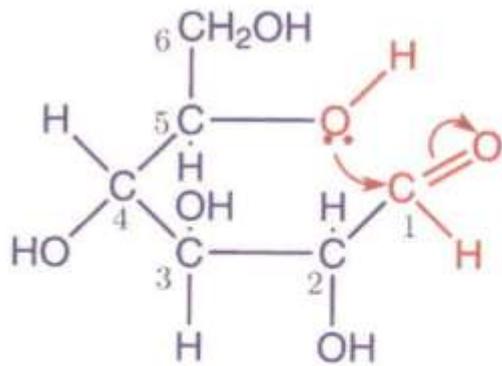
D-ribose



β -D-ribofuranose

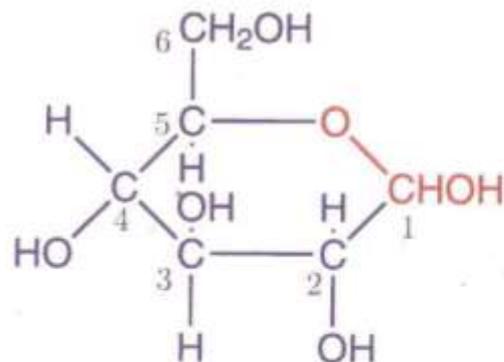
Cycle furane

Deux types de cycles

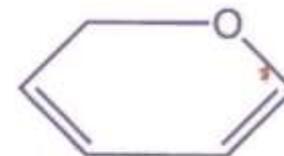


D-glucose

hémi-acétalisation C₅-C₁



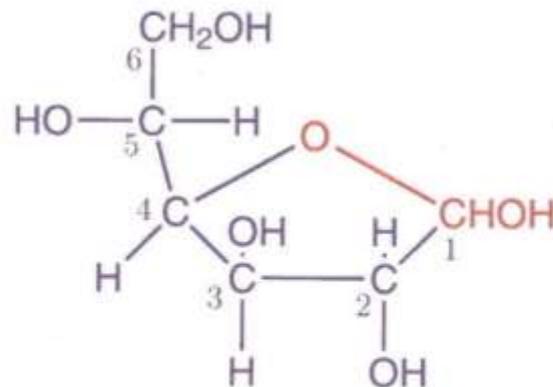
pyranose



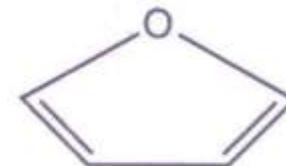
pyrane

Document 9. La cyclisation des oses

hémi-acétalisation C₄-C₁

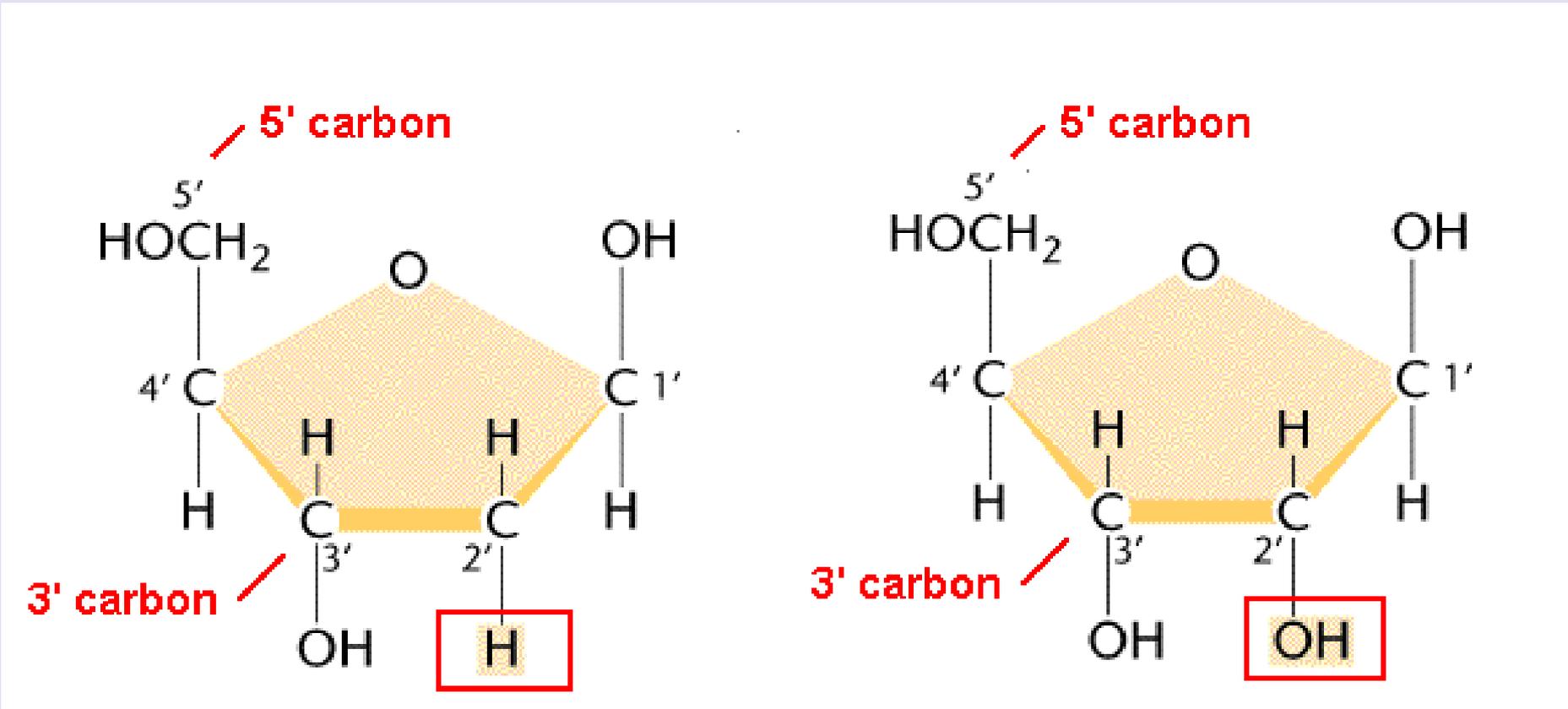


furanose
(instable)



furane

Document 12. Les connaissez vous ?



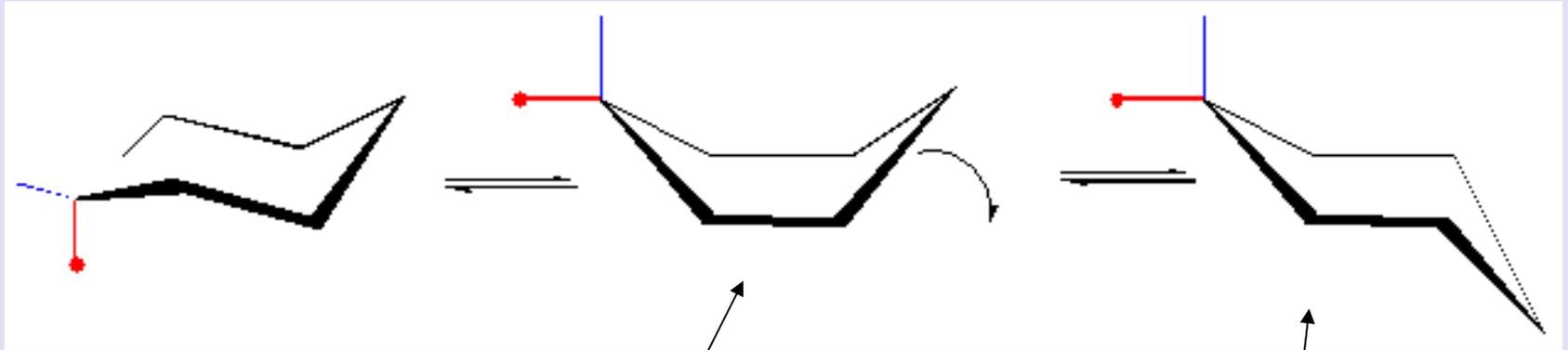
β -D- Désoxyribofuranose

β -D- Ribofuranose

Ce sont les sucres des nucléotides.

Un nucléotide est constitué d'une base azotée, d'un sucre et d'un acide phosphorique.

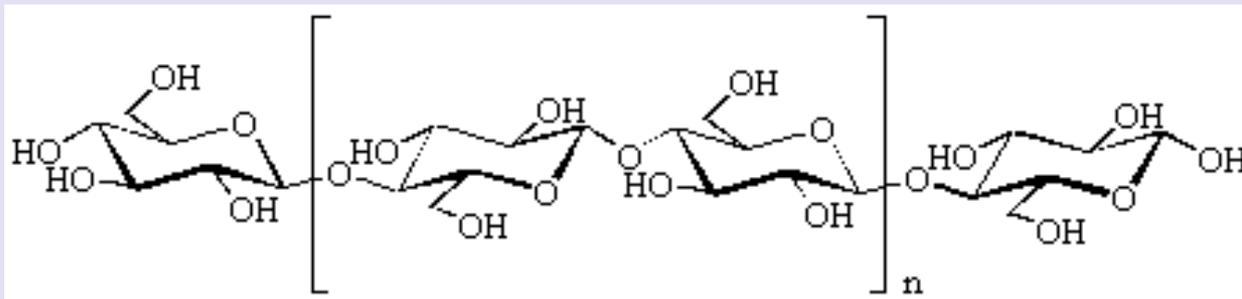
Deux conformations possibles pour les oses cyclisés



Conformation bateau

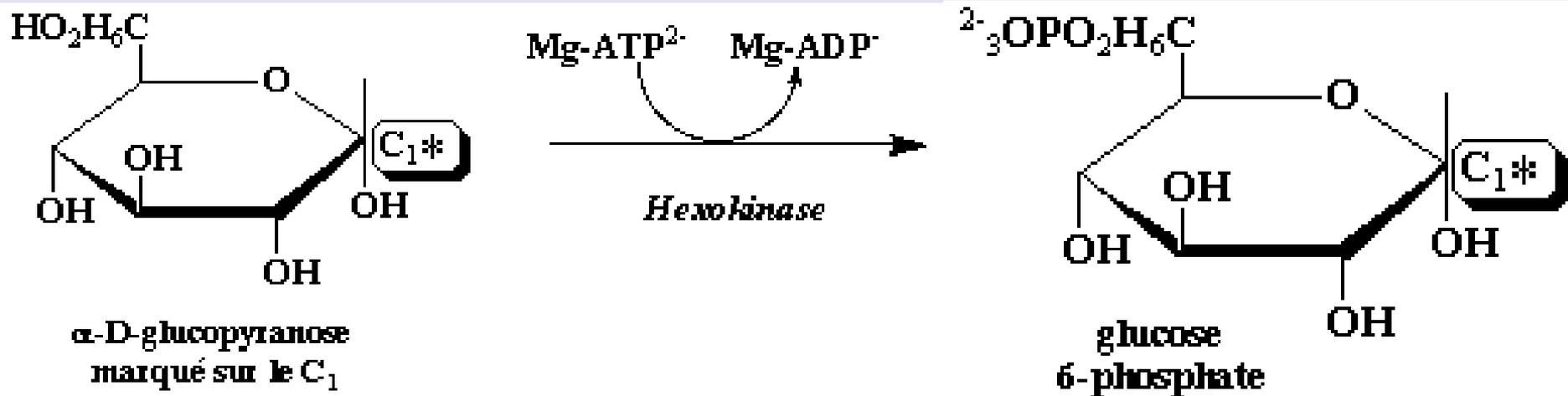
Conformation chaise

La conformation chaise est la plus stable, c'est elle que l'on retrouve dans les polymères (ex : cellulose).



Document 10.

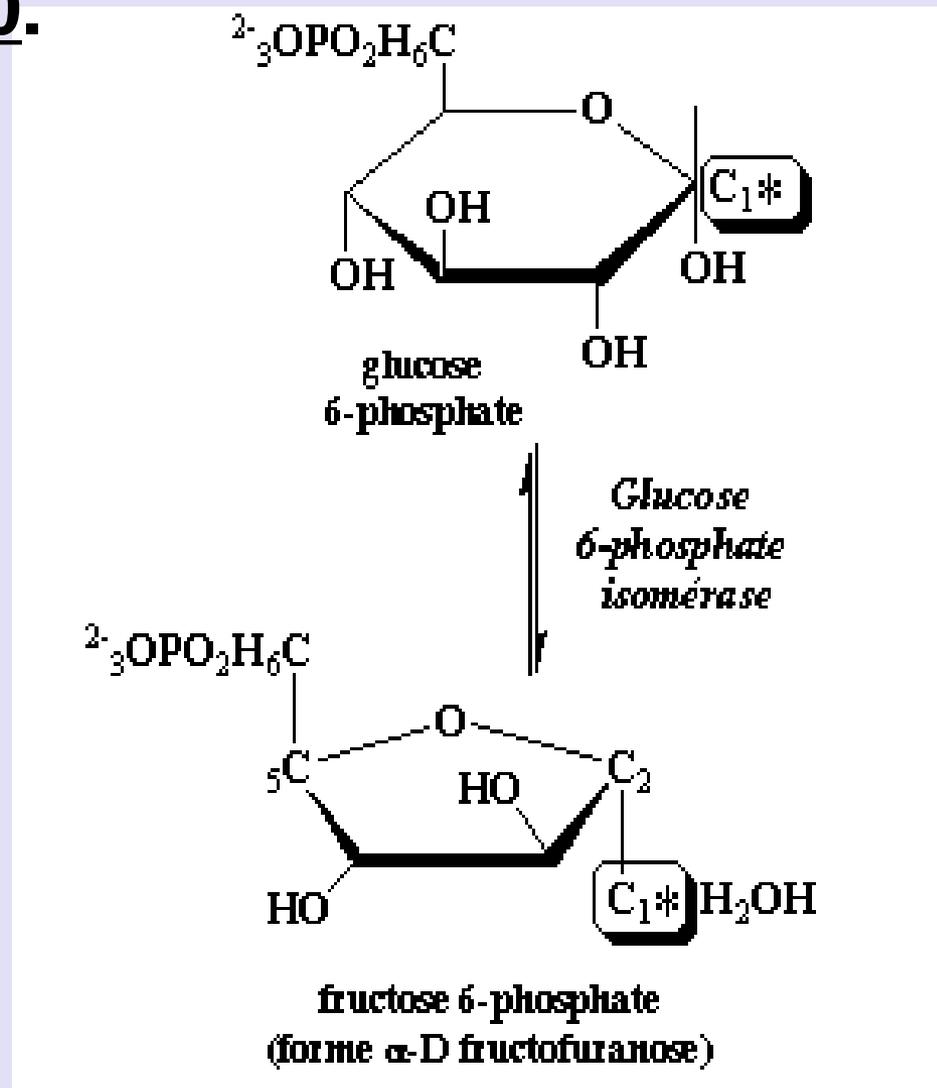
La première étape de la glycolyse : une phospho-estérification du glucose



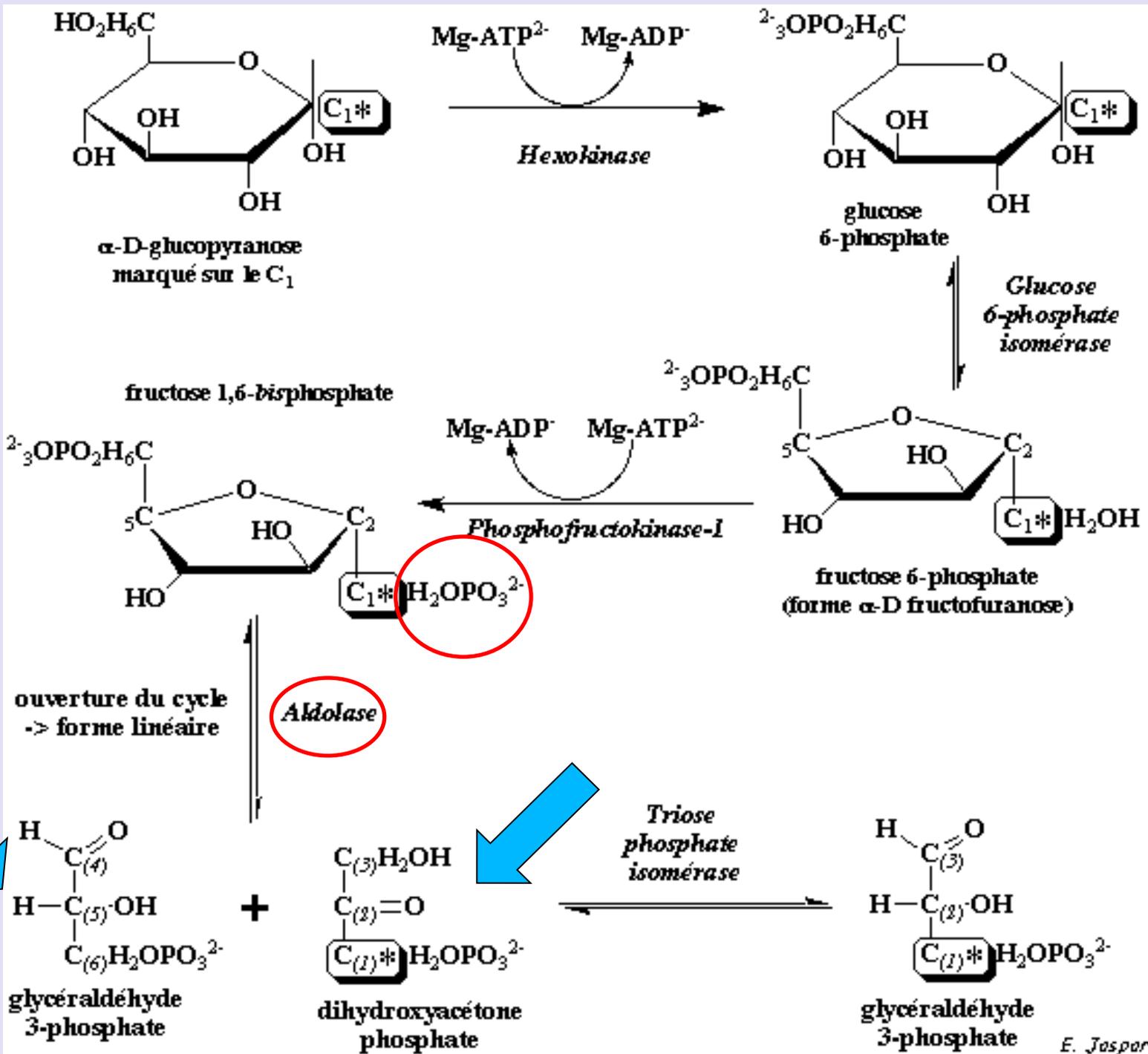
Deux conséquences :

- le glucose est activé : son instabilité est augmentée, il est plus réactif,
- sa charge négative le séquestre dans la cellule.

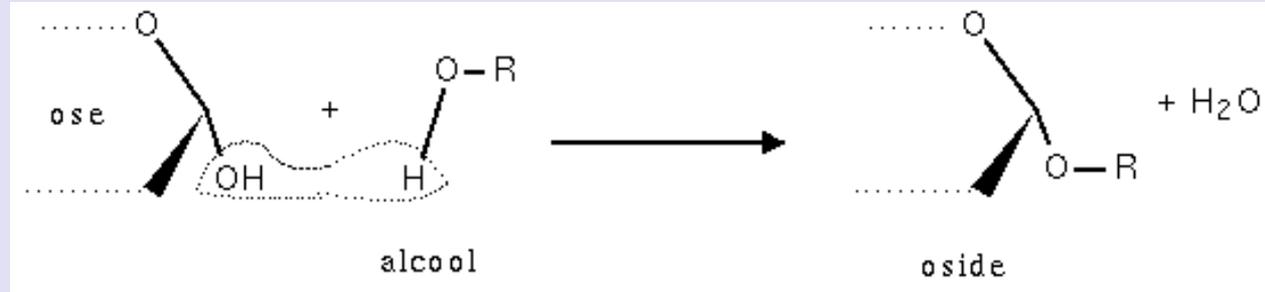
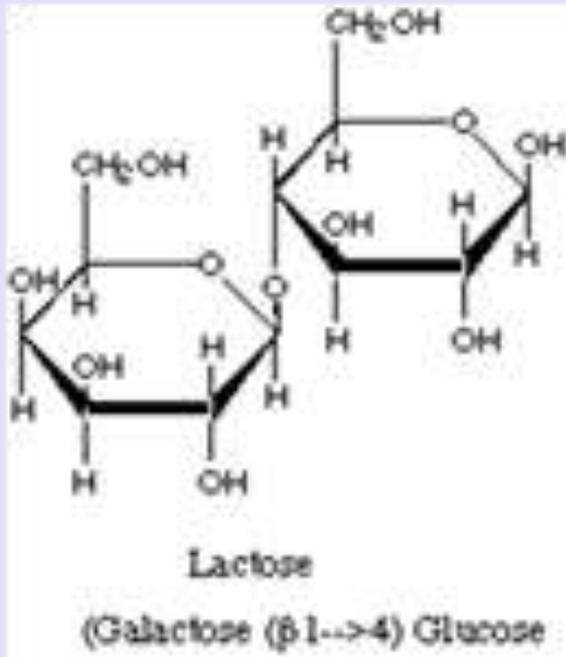
Document 10.



**Isomérisation du glucose 6 P en fructose 6P :
Dans le cycle furane, un carbone sort du cycle
et son alcool est « estérifiable ».**



Les oses, des molécules condensables

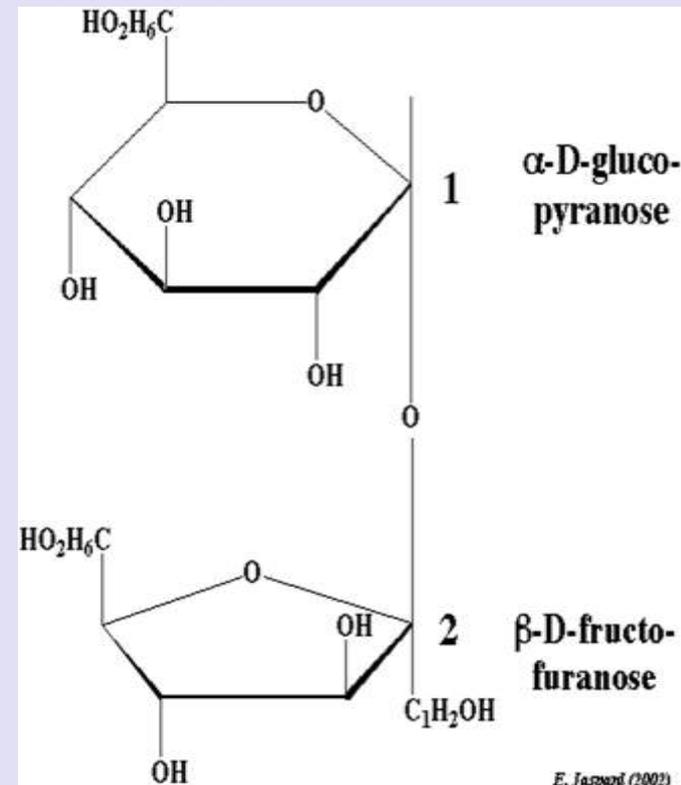


Document 11. Le lactose, un sucre réducteur.

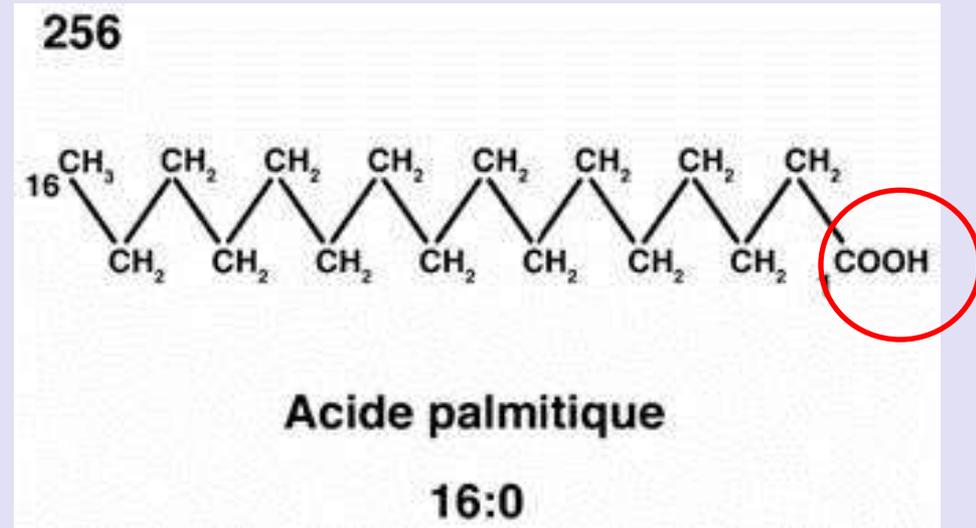
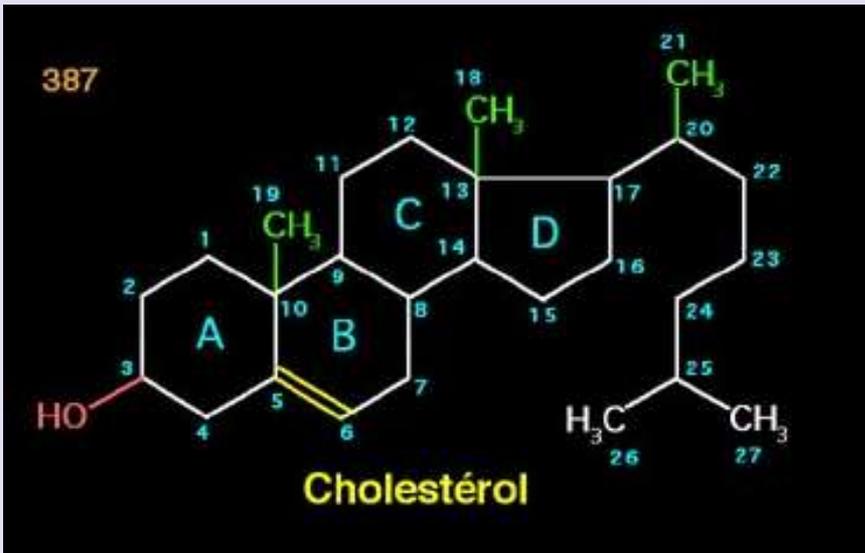
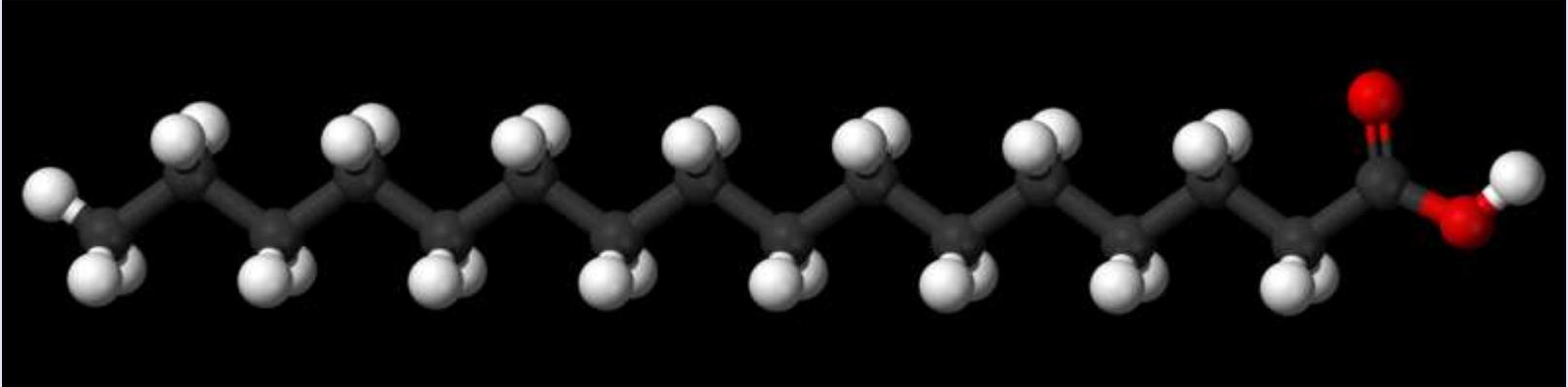
50g/l dans le lait de Vache. Une lactase intestinale très active chez le nourrisson hydrolyse le lactose. Elle l'est de moins en moins chez l'adulte : non digéré, le lactose retient l'eau dans l'intestin et provoque ballonnements et diarrhées.

Présent dans la sève élaborée des végétaux, c'est la forme de transport du carbone organique issu de la photosynthèse. Sa taille réduite lui confère une assez bonne solubilité. la liaison osidique masque la fonction réductrice : le saccharose n'est pas un sucre réducteur.

Document 13. Le saccharose, non réducteur



Les lipides

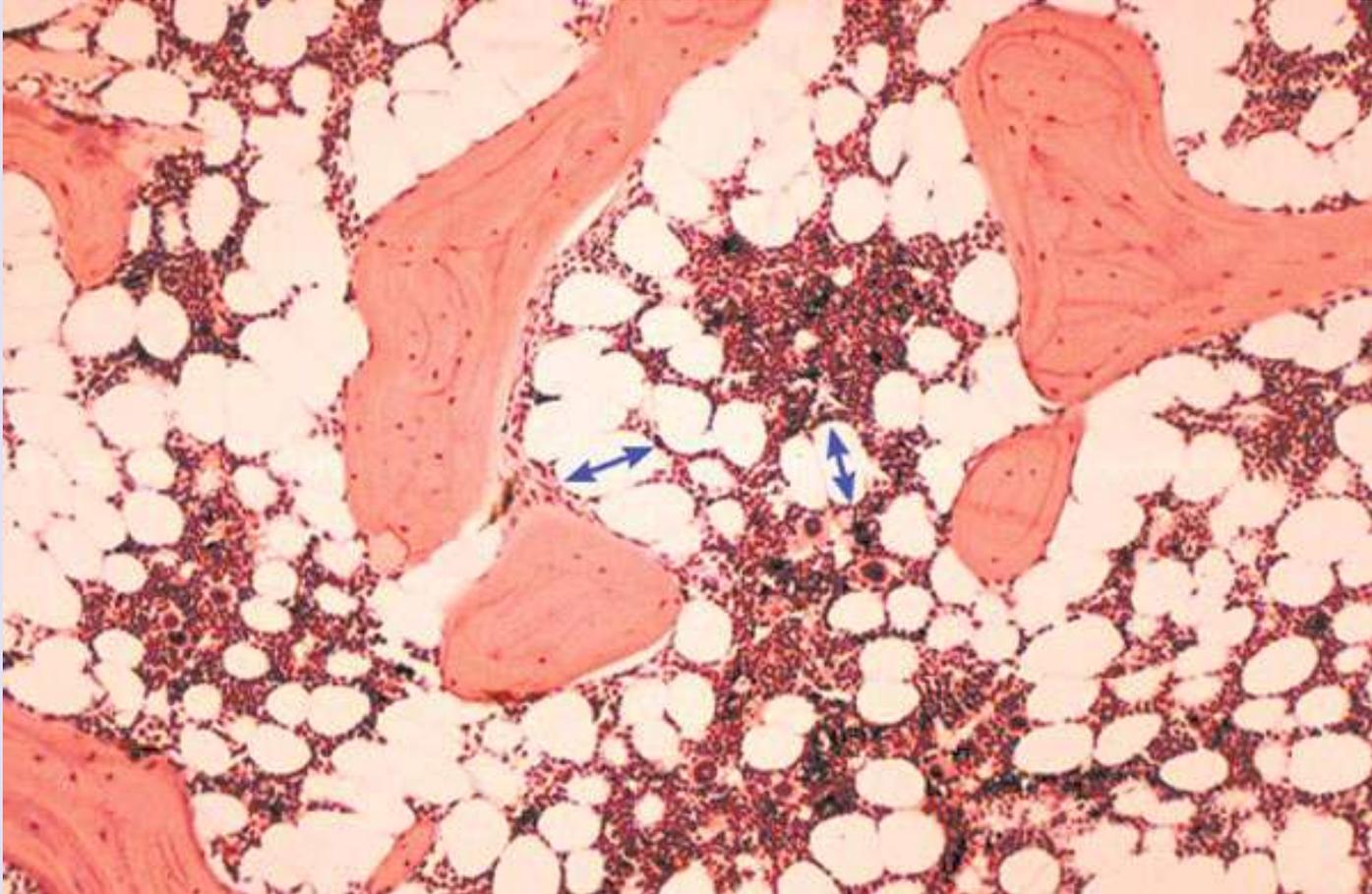


Document 14. Deux exemples de molécules lipidiques.

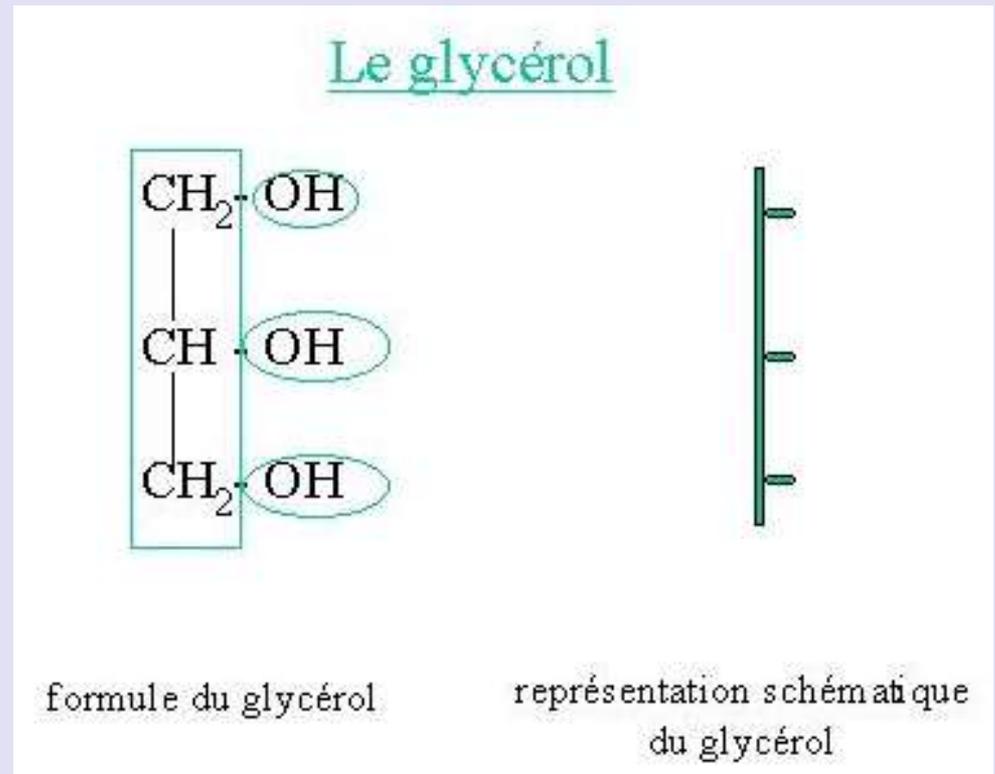
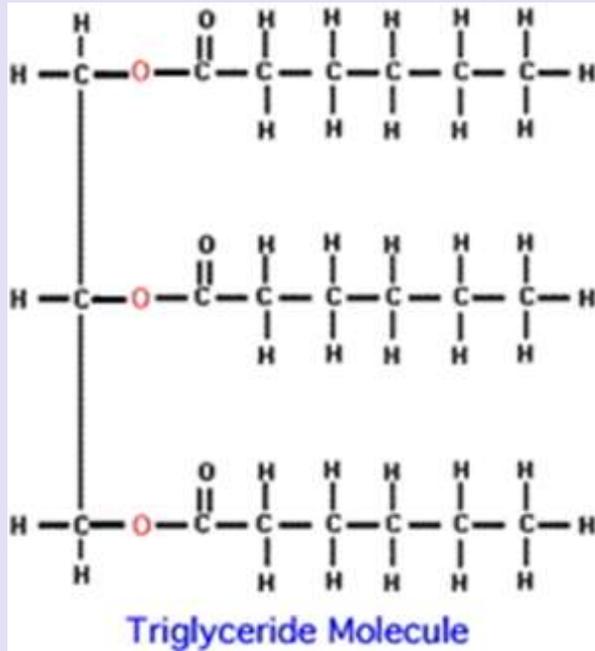
Groupe	Exemple	Produits de l'hydrolyse (constituants moléculaires)	
Lipides simples	Cires	Monohydroxyalcools. et acides gras	
	Acylglycérols (graisses neutres)	Glycérol et acides gras	
Lipides complexes	Phospholipides	Phosphoacylglycérols	Glycérol, acides gras, phosphate ainsi que quelques autres molécules, par exemple la choline
		Sphingomyélines	Sphingosine, acide gras, phosphate et quelques autres molécules comme la choline
	Glycolipides	Cérébrosides	Sphingosine, acide gras et sucre(s) simple(s)
		Gangliosides	Sphingosine, acide gras et sucre(s) simple(s), dont l'acide sialique
Lipides polyprényliques ou composés isoprénoïdes	Stéroïdes Caroténoïdes Vitamines liposolubles	Non hydrolysables	

Document 15. Classification des lipides

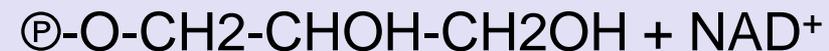
Des cellules riches en triglycérides: les adipocytes



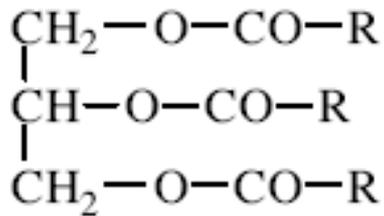
Les triglycérides des molécules énergétiques



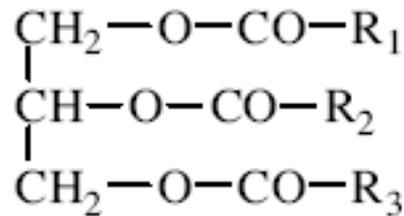
Origine du glycérol : la glycolyse



Les triglycérides des molécules énergétiques

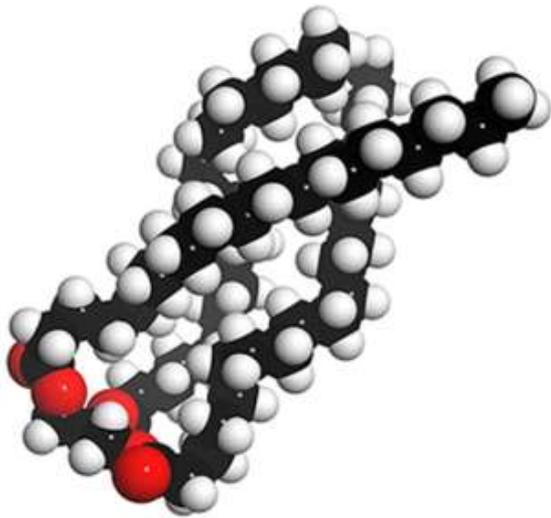


triglycéride
(homogène)

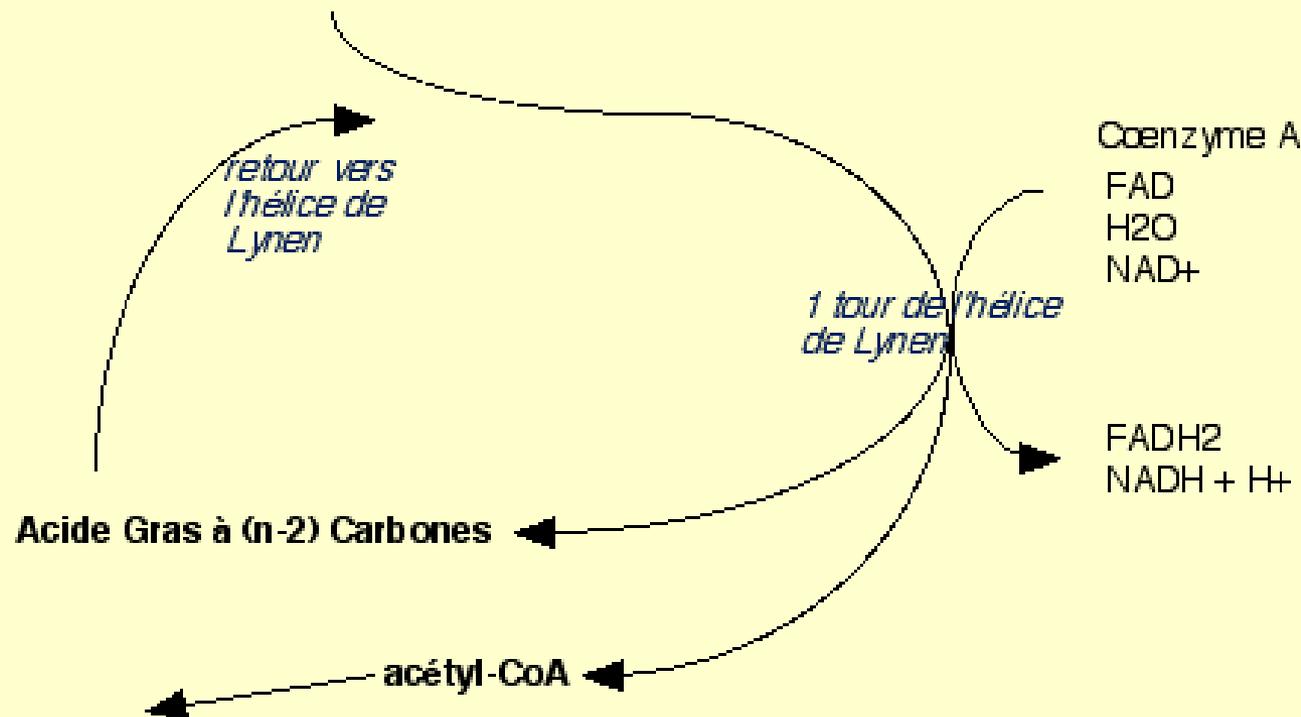


triglycéride
(mixte)

L'oxydation des acides gras des triglycérides sera vue dans le cours sur le métabolisme.



Acide Gras à n Carbones



cycle de Krebs, etc.



Colonie de Manchots Empereur

Jusqu' à 6000 mâles peuvent former un groupe (« tortue ») pour couvrir leur œuf pendant l'hiver austral.

Lipides et stockage / conversion d'énergie

Un Manchot Empereur peut résister au froid antarctique (-30 à -40 °C) et couvrir son œuf pendant l'hiver austral sans s'alimenter, avec une diminution de 40 à 50 % de sa masse.



Le Manchot Empereur :
1,20 m pour 20 à 41 kg selon la saison

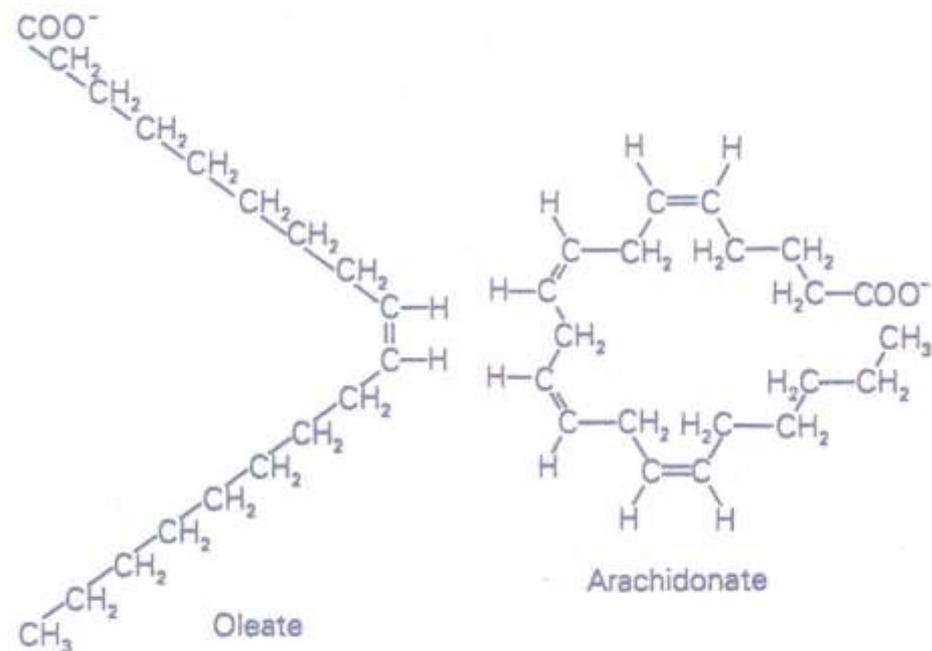
Nombre d'atomes de carbone	Nom usuel	Nom systématique	Structure	Commentaires
Acides gras saturés				
4	Butyrique	Tétranoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Combustible essentiel chez les ruminants ; présent à haute concentration dans leur lait
6	Caproïque	Hexanoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	
8	Caprylique	Octanoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	
10	Caprique	Décanoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	A partir de cette taille, les acides gras sont insolubles dans l'eau
12	Laurique	Dodécanoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Très courant ; c'est un composant essentiel des lipides des graines
14	Myristique	Tétradécanoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	
16	Palmitique	Hexadécanoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	L'un des acides gras les plus courants chez les plantes et les animaux
18	Stéarique	Octadécanoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	
20	Arachidique	Eicosanoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	
Acides gras insaturés				
1 double liaison (C ₁₈)	Oléique	9-Octadécenoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Le plus abondant des acides gras insaturés chez les plantes et les animaux
2 doubles liaisons (C ₁₈)	Linoléique	9,12-Octadécadiénoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Composant essentiel des lipides végétaux ; les animaux l'obtiennent en consommant des végétaux
3 doubles liaisons (C ₁₈)	Linolénique	9,12,15-Octadécatriénoïque	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	
4 doubles liaisons (C ₂₀)	Arachidonique	5,8,11,14-Eicosatétraénoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Composant essentiel des lipides animaux ; précurseur des prostaglandines et autres com- posés apparentés

Structure et nomenclature de quelques acides gras courants

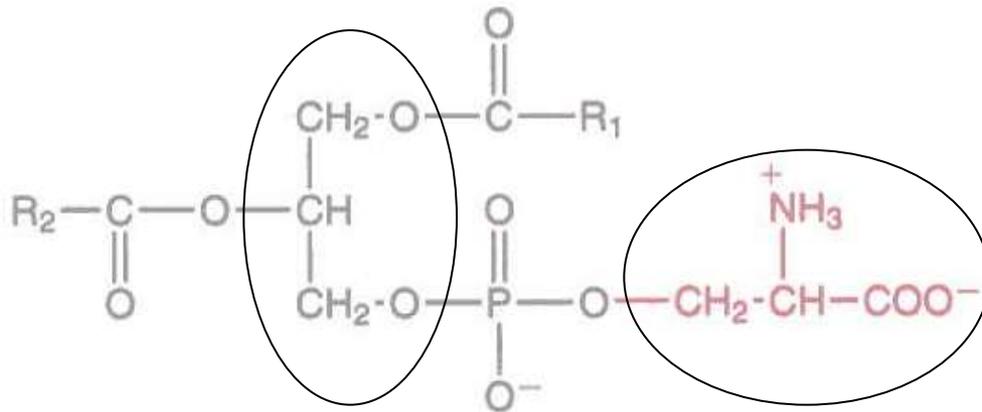
Acide gras	Représentation abrégée*	Point de fusion (en °C)
Stéarique	C _{18:0}	69,6
Oléique	C _{18:1}	16,3
Linoléique	C _{18:2}	-5,0
Linoléinique	C _{18:3}	-11,0
Arachidonique	C _{20:4}	-49,5

* Le premier indice se rapporte au nombre d'atomes de carbone, le second à celui des doubles liaisons

Voir document 17.
Effets de l'insaturation des acides gras sur la conformation et sur le point de fusion.



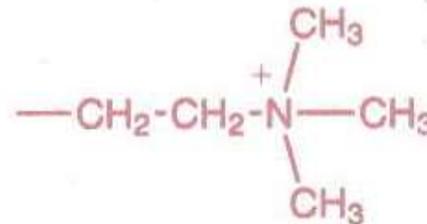
Les glycérophospholipides, constituants essentiels des membranes



phosphatidylsérine



phosphatidyléthanolamine

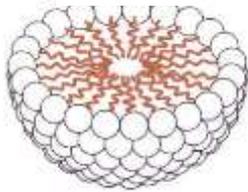
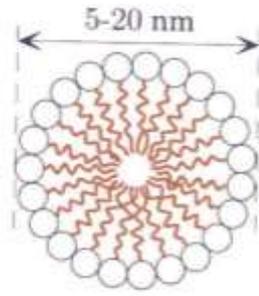


phosphatidylcholine

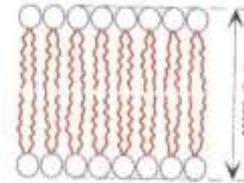
Squelette glycérol Radical hydrophile

Voir document 16.

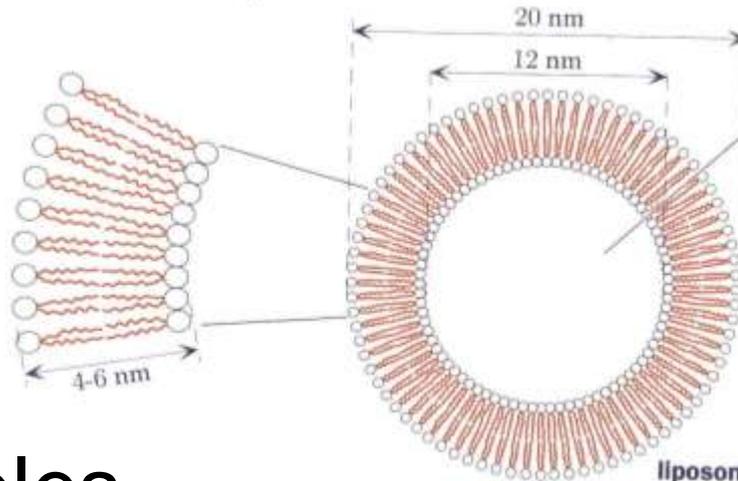
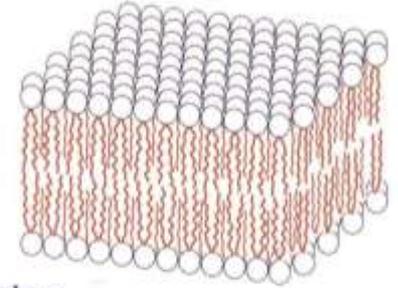
lysolipide



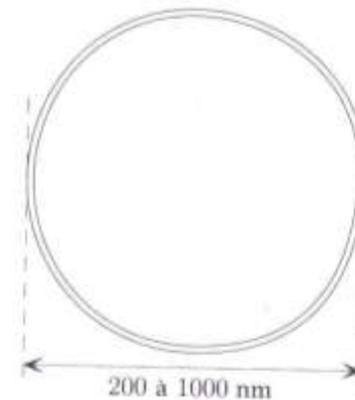
phospho- ou glycolipide



bicouche plane

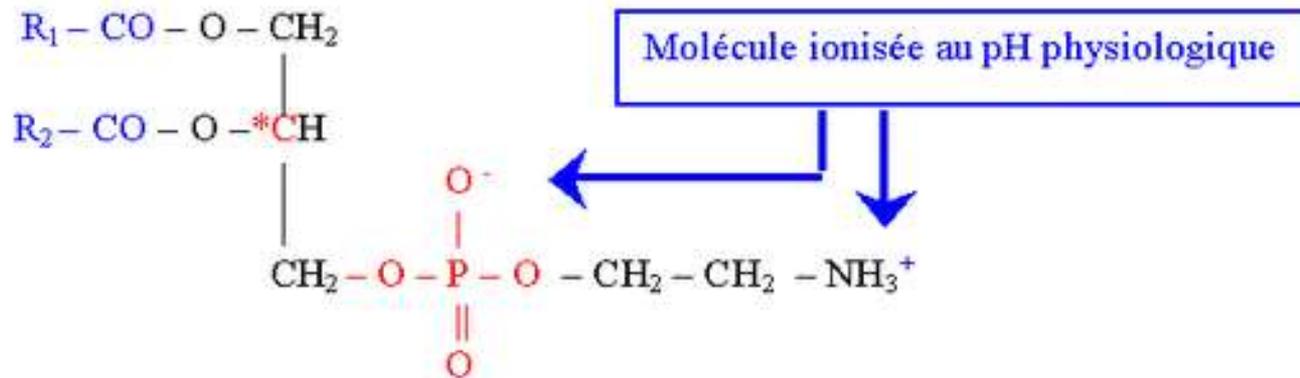


liposome unilamellaire de petite taille

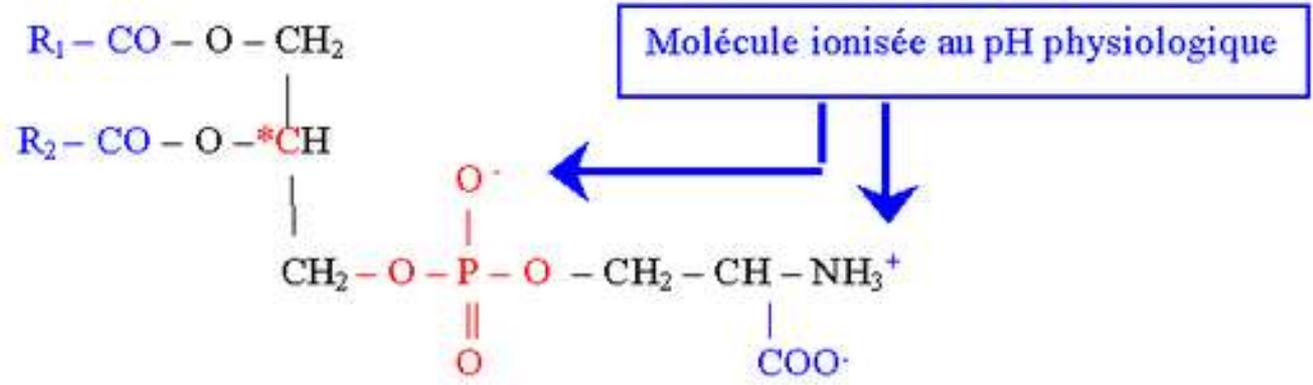


liposome unilamellaire de grande taille

Quelques exemples
d'édifices
supramoléculaires
associés à des
lipides



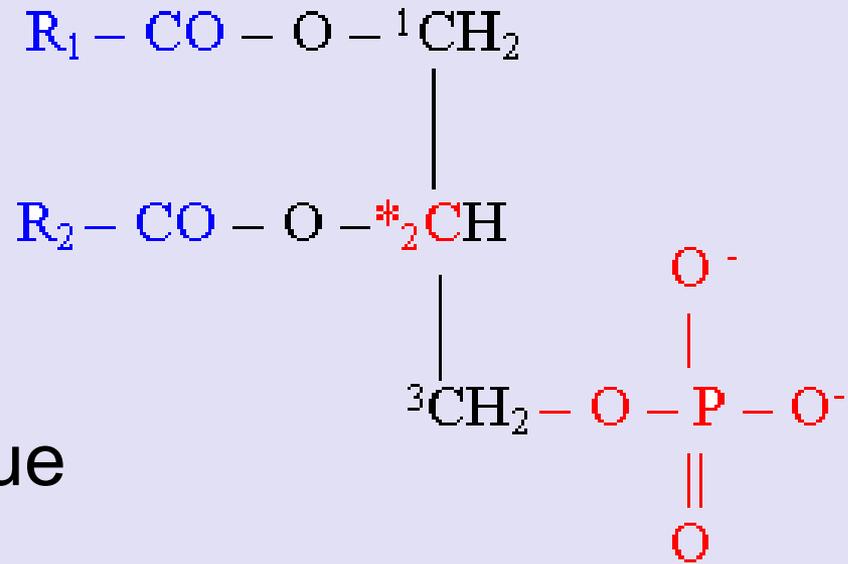
Phosphatidyl-Ethanolamine



Phosphatidyl-Sérine

Des phospholipides membranaires fréquents

Synthèse des phosphoglycérides



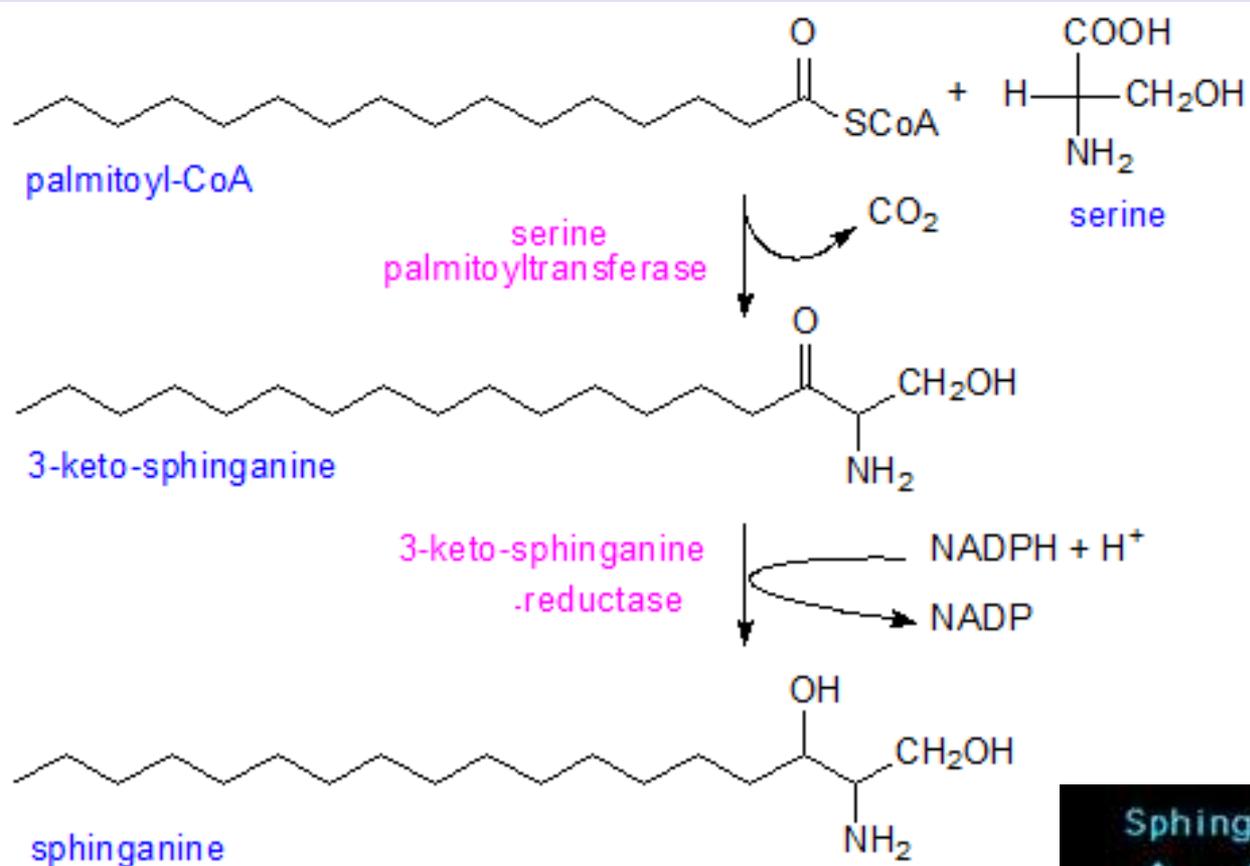
L'acide phosphatidique

La synthèse des phosphoglycérides se fait en trois étapes :

1 - Formation de l'acide phosphatidique,

2 - Déphosphorylation en diglycéride,

3 - Estérification de la dernière fonction alcool du glycérol.

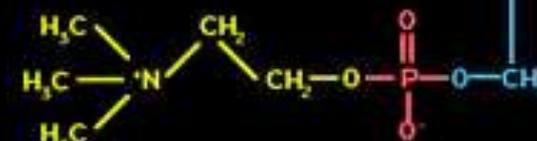


D'autres lipides
 membranaires :
 les sphingosines
 et leurs dérivés

Sphingosine

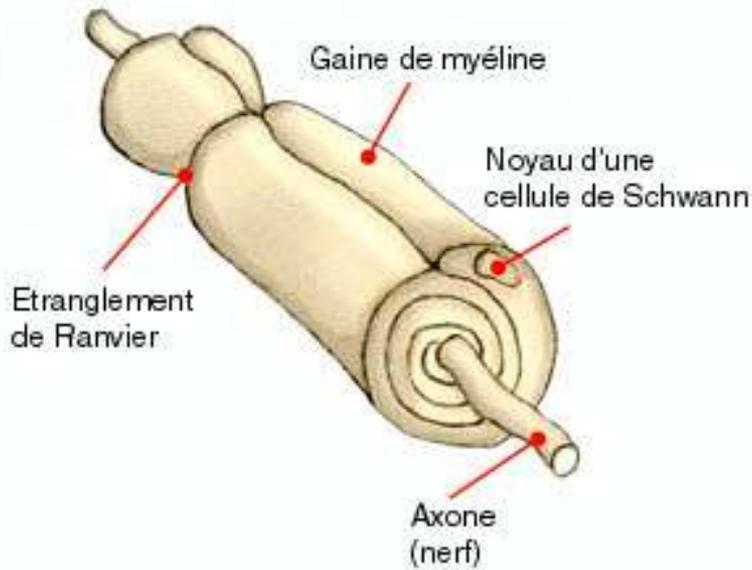
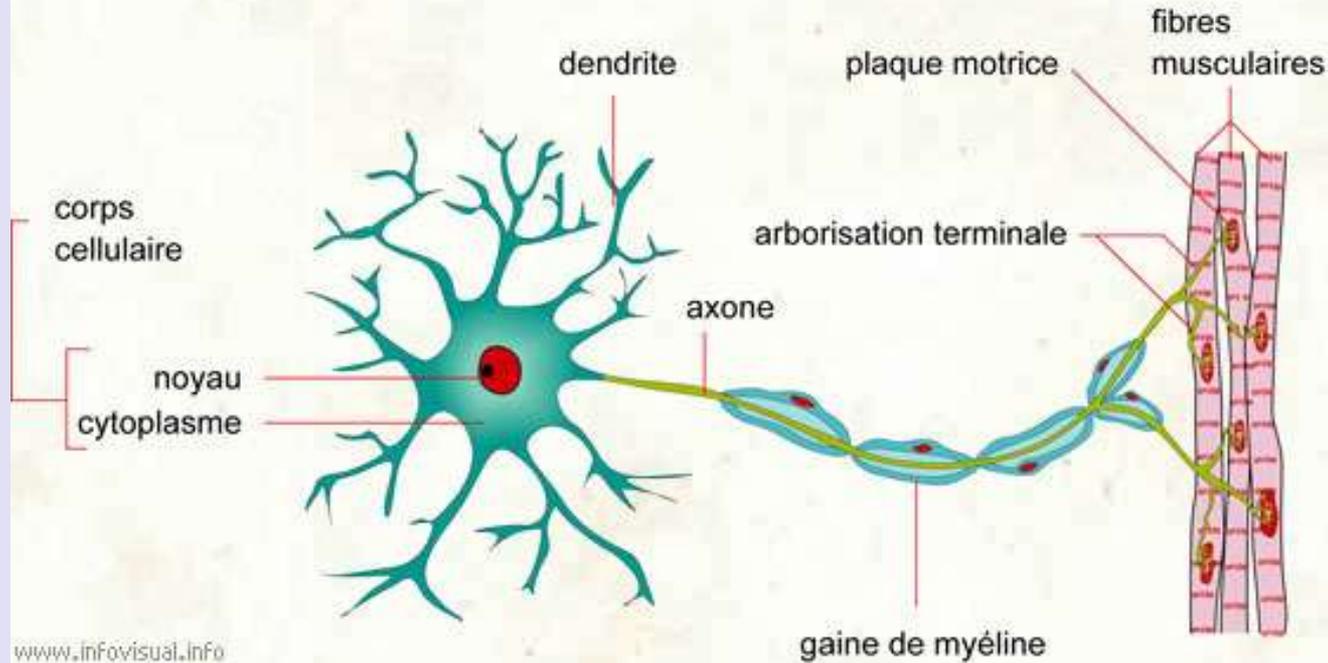


Nervonate (24:1 n-9)



Sphingomyéline

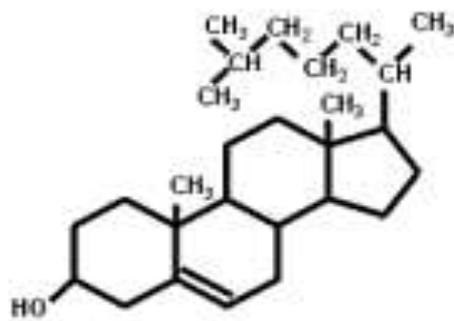
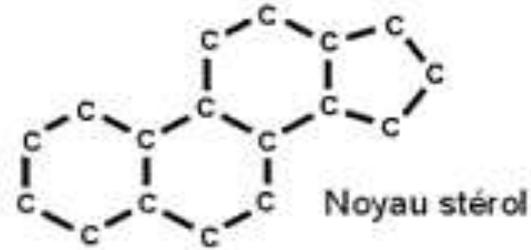
NEURONE



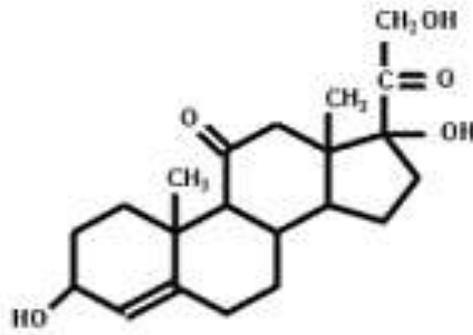
Lipides et communication :
sphingomyélines des
gaines de myéline du
système nerveux.

Document 18. Le cholestérol et ses dérivés

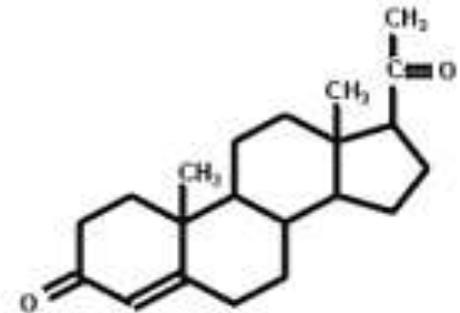
STÉROÏDES



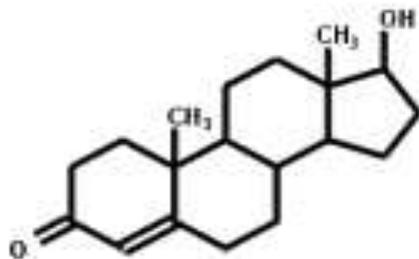
cholestérol



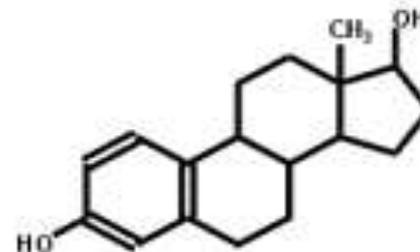
cortisone



progestérone



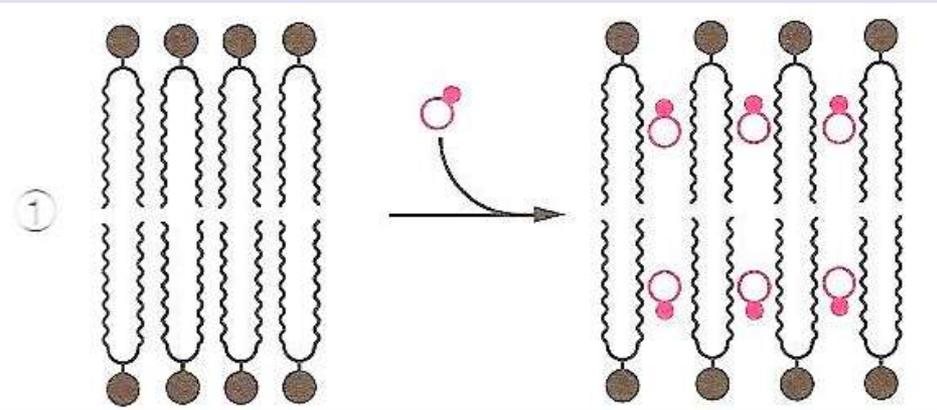
testostérone



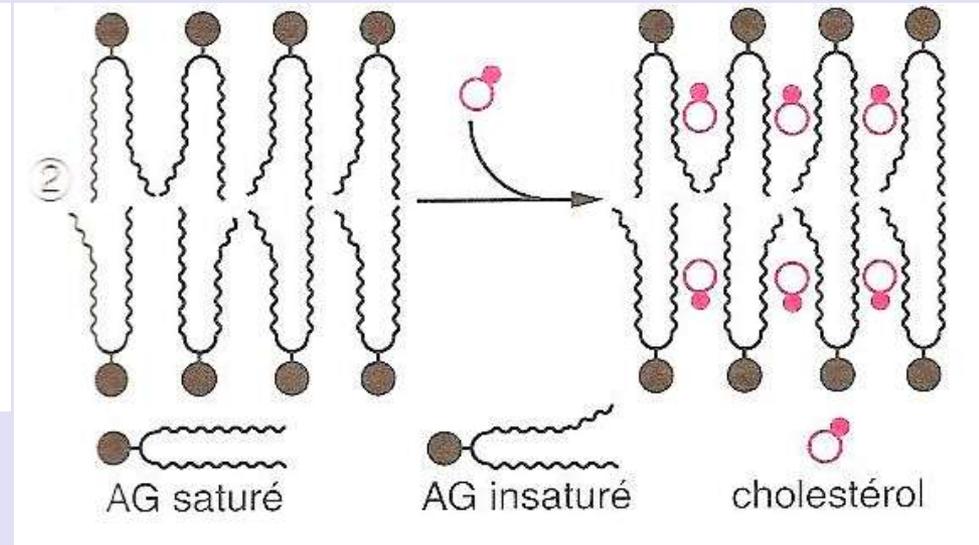
oestradiol (oestrogène)

Cholestérol et fluidité membranaire 1 :

Effet du cholestérol en fonction de la composition en acides gras de la membrane



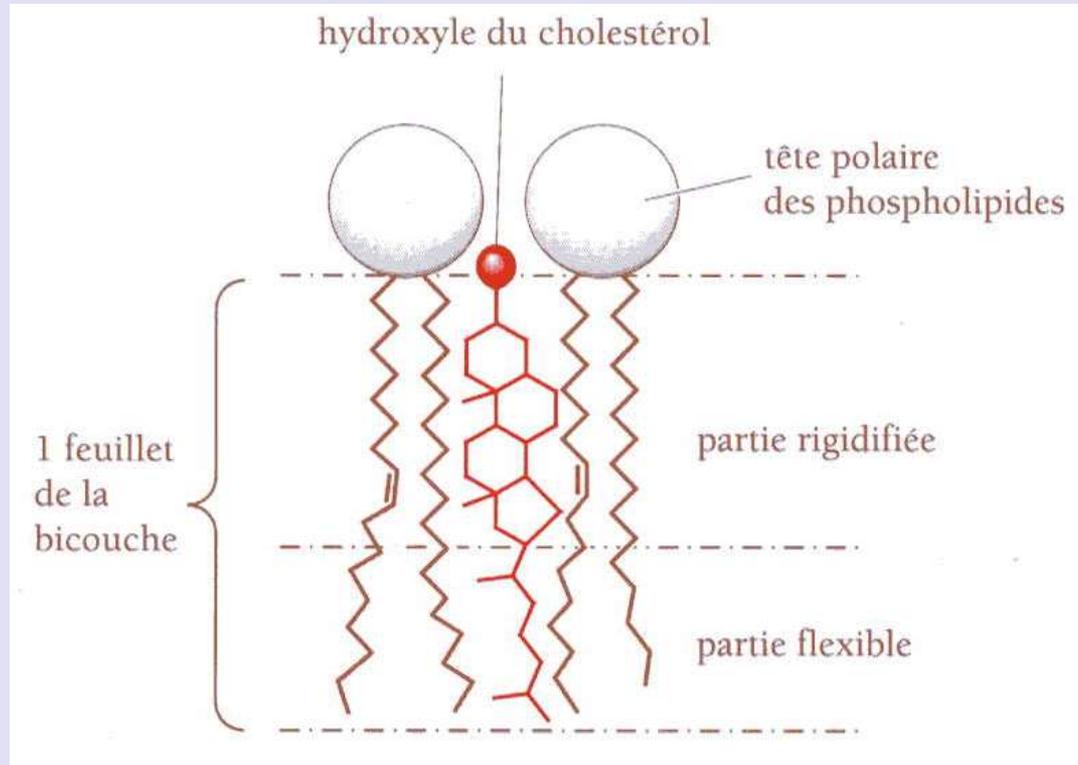
1 : membrane initialement riche en AGS et visqueuse :
→ **diminution des interactions hydrophobes et augmentation de la fluidité**



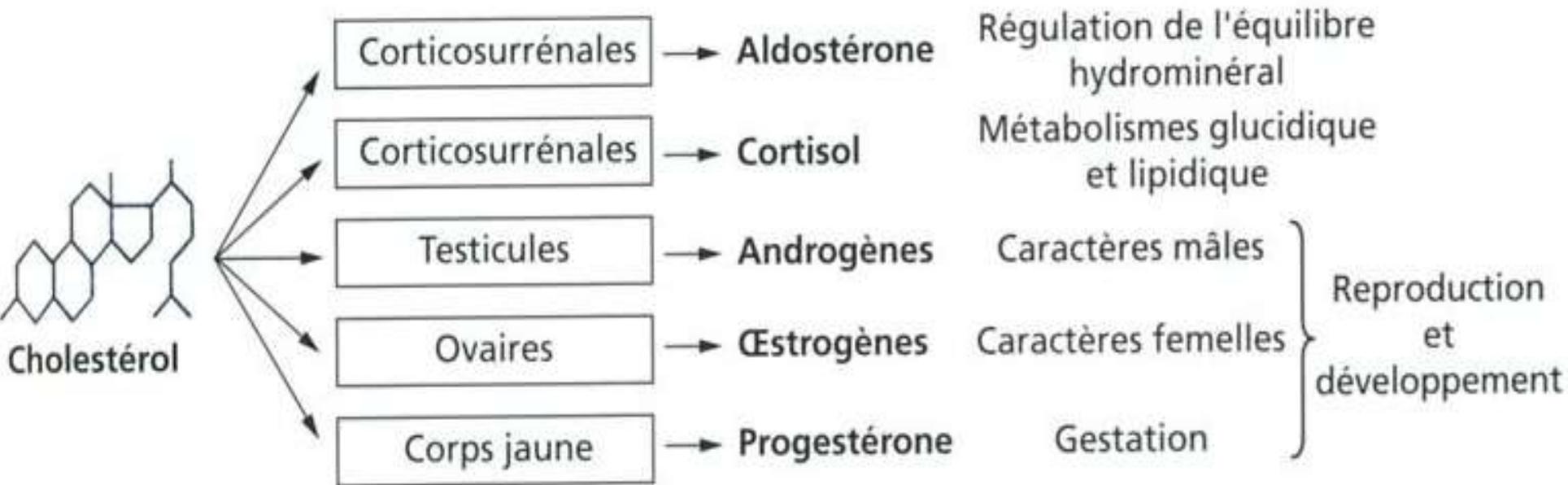
2 : membrane initialement riche en AGI et fluide :
→ **augmentation des interactions hydrophobes et diminution de la fluidité**

Cholestérol et fluidité membranaire 2 :

Effet du cholestérol en fonction de la température



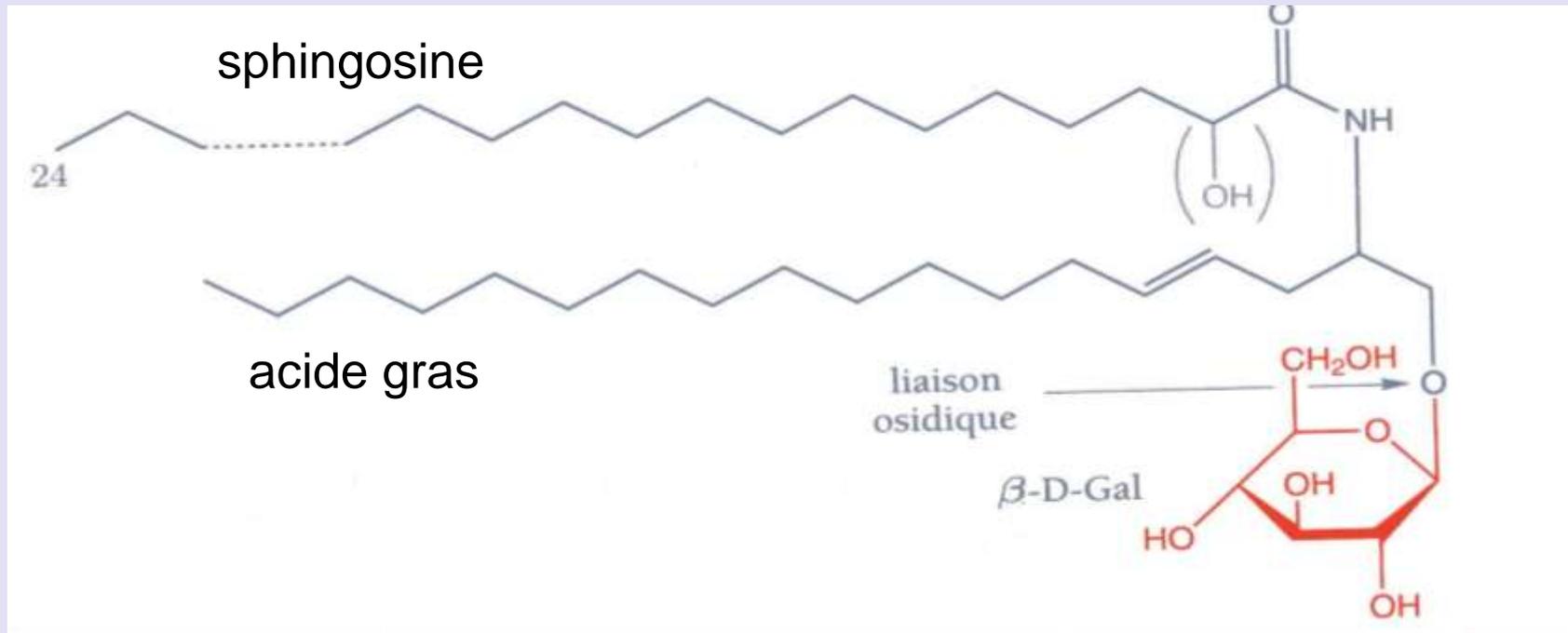
- S'oppose au contact étroit entre chaînes → favorise la fluidité (effet dominant aux basses températures)
- Noyaux plans gênent les mouvements aux fortes températures
→ rôle d'un tampon qui s'oppose aux variations de fluidité membranaire lors des variations de température



Le cholestérol, précurseur d'hormones stéroïdes.

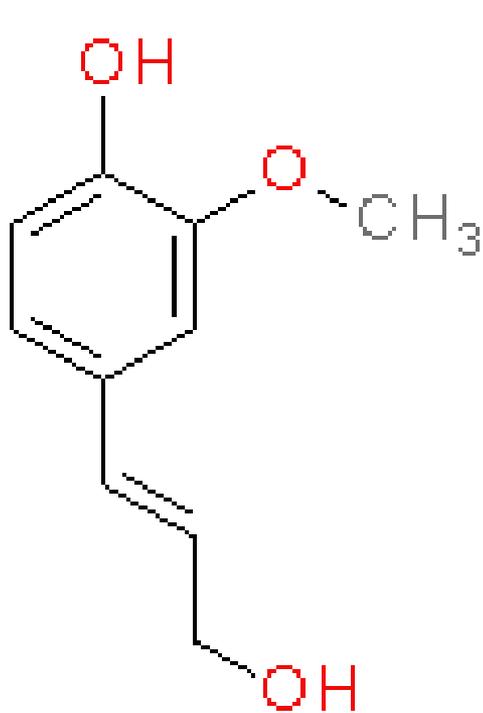
(CALLEN JC, " Biologie cellulaire : des molécules aux organismes ", Dunod Ed., 1999).

Les glycolipides : molécules mixtes

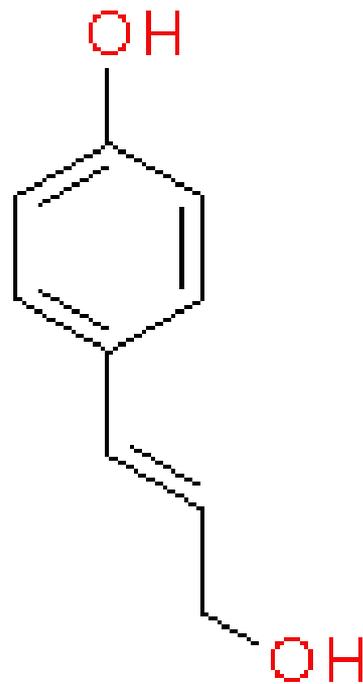


Un galactosylcéramide : l'acide lignocérique.
C'est un constituant des membranes cellulaires des cellules nerveuses.
La partie glucidique introduit la diversité (marqueur d'identité cellulaire) et la partie lipidique joue un rôle structural.

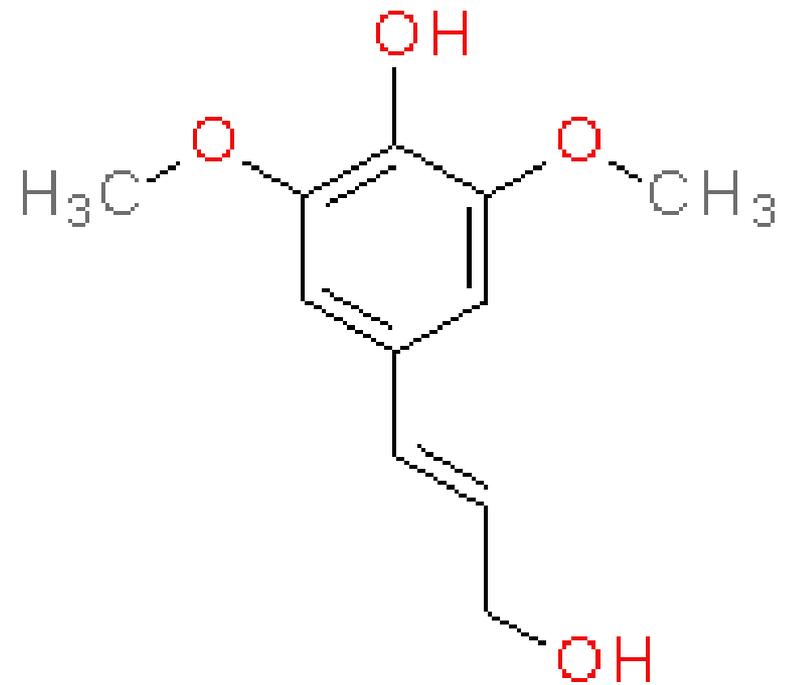
Des composés hydrophobes dérivant de la phénylalanine : les lignols



Coniferyl alcohol



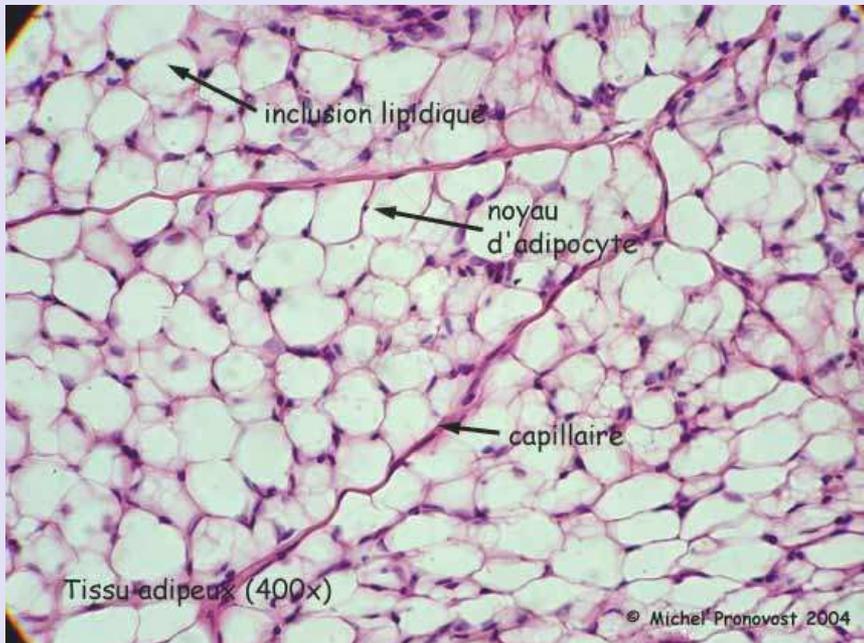
p-Coumaryl alcohol



Sinapyl alcohol



Lipides et protection / isolation des organismes



**Cires de la cuticule des
Végétaux.**
Ici : sur une CT de feuille.

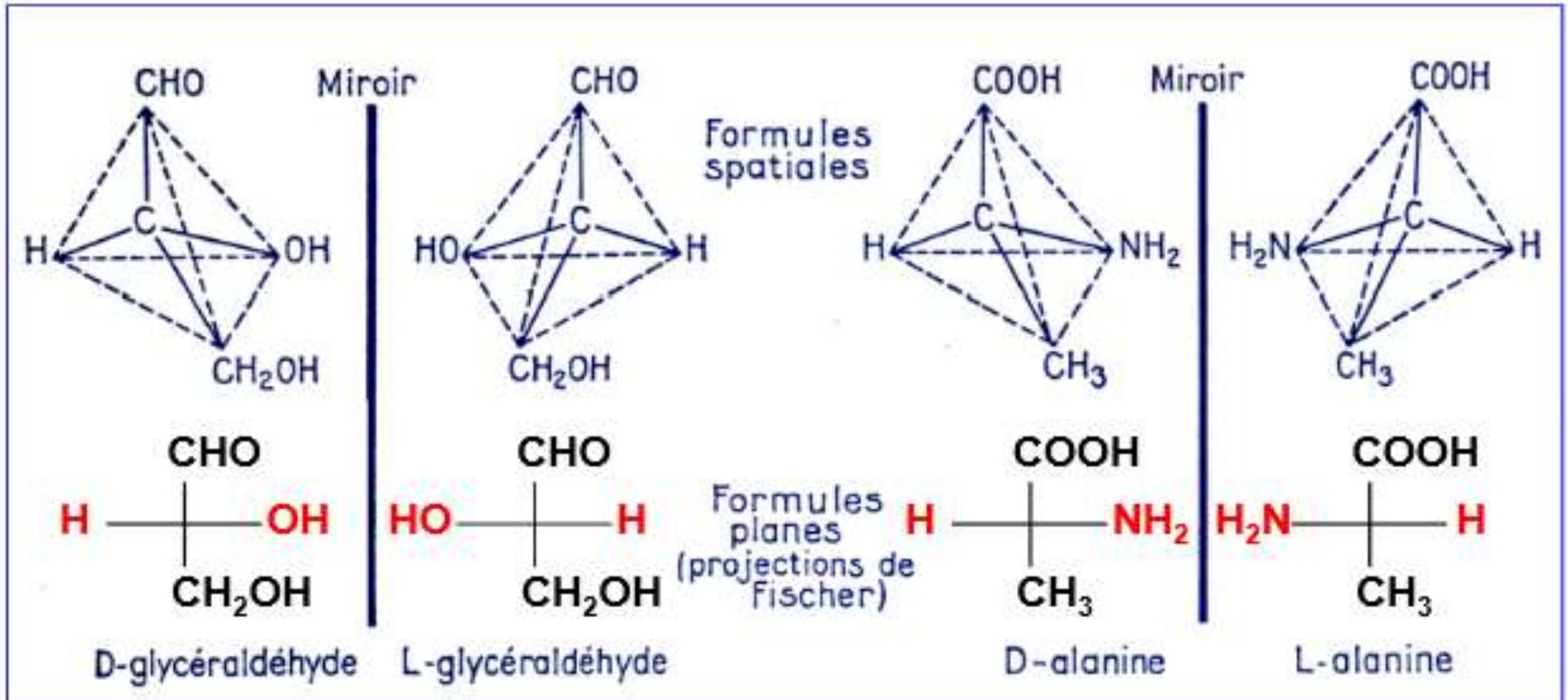
**Triglycérides dans les
adipocytes du tissu
adipeux.**



La bosse du Dromadaire, une adaptation aux milieux arides

- Stockage des lipides localisé et non diffus en sous-cutané : dissipation cutanée de la chaleur facilitée
- Quantité importante de lipides : leur transformation produit de l'eau métabolique (jusqu'à 40 L)

Les acides aminés



Formules planes en projection de Fischer (référence: glycéraldéhyde)

table 5-1

Properties and Conventions Associated with the Standard Amino Acids

Amino acid	Abbreviated names		M_r	pK_a values			pI	Hydropathy index ^a	Occurrence in proteins (%) [†]
				pK_1 (-COOH)	pK_2 (-NH ₃ ⁺)	pK_R (R group)			
Nonpolar, aliphatic R groups									
Glycine	Gly	G	75	2.34	9.60		5.97	-0.4	7.2
Alanine	Ala	A	89	2.34	9.69		6.01	1.8	7.8
Valine	Val	V	117	2.32	9.62		5.97	4.2	6.6
Leucine	Leu	L	131	2.36	9.60		5.98	3.8	9.1
Isoleucine	Ile	I	131	2.36	9.68		6.82	4.5	5.3
Methionine	Met	M	149	2.28	9.21		5.74	1.9	2.3
Aromatic R groups									
Phenylalanine	Phe	F	165	1.83	9.13		5.48	2.8	3.9
Tyrosine	Tyr	Y	181	2.20	9.11	10.07	5.66	-1.3	3.2
Tryptophan	Trp	W	204	2.38	9.39		5.89	-0.9	1.4
Polar, uncharged R groups									
Serine	Ser	S	105	2.21	9.15		5.68	-0.8	6.8
Proline	Pro	P	115	1.99	10.96		6.48	1.6	5.2
Threonine	Thr	T	119	2.11	9.62		5.87	-0.7	5.9
Cysteine	Cys	C	121	1.96	10.28	8.18	5.07	2.5	1.9
Asparagine	Asn	N	132	2.02	8.80		5.41	-3.5	4.3
Glutamine	Gln	Q	146	2.17	9.13		5.65	-3.5	4.2
Positively charged R groups									
Lysine	Lys	K	146	2.18	8.95	10.53	9.74	-3.9	5.9
Histidine	His	H	155	1.82	9.17	6.00	7.59	-3.2	2.3
Arginine	Arg	R	174	2.17	9.84	12.48	10.76	-4.5	5.1
Negatively charged R groups									
Aspartate	Asp	D	133	1.88	9.60	3.65	2.77	-3.5	5.3
Glutamate	Glu	E	147	2.19	9.67	4.25	3.22	-3.5	6.3

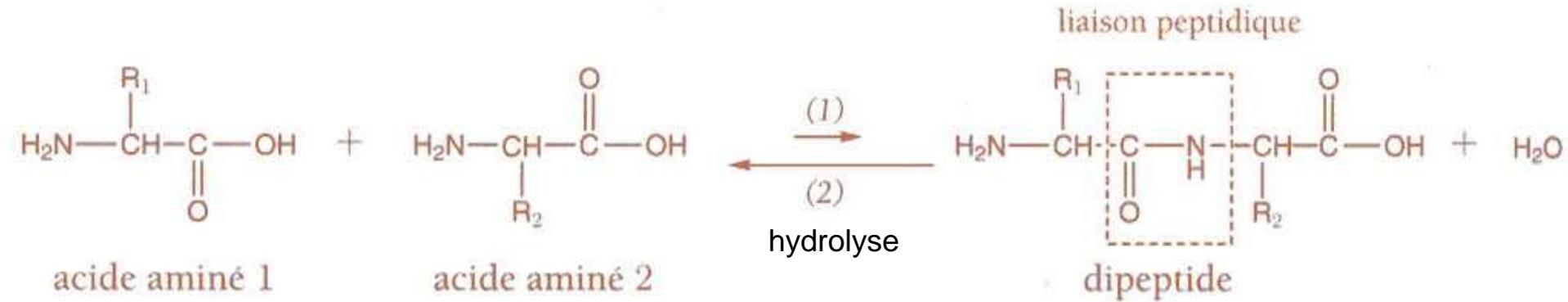
^aA scale combining hydrophobicity and hydrophilicity of R groups; it can be used to measure the tendency of an amino acid to seek an aqueous environment (- values) or a hydrophobic environment (+ values). See Chapter 12. From Kyte, J. & Doolittle, R.F. (1982) *J. Mol. Biol.* **157**, 105 - 132.

[†]Average occurrence in over 1150 proteins. From Doolittle, R.F. (1989) Redundancies in protein sequences. In *Prediction of Protein Structure and the Principles of Protein Conformation* (Fasman, G.D., ed) Plenum Press, NY, pp. 599-623.

n C	R APOLAIRES	R IONISÉS	R POLAIRES NON CHARGÉS
2	H — Gly		
3	H ₃ C — Ala		alcool HO—CH ₂ — Ser thiol HS—CH ₂ — Cys
4		HOOC—CH ₂ — Asp carboxyle	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2- \end{array}$ Asn amide $\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}- \\ \\ \text{H} \end{array}$ Thr alcool
5	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH}- \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$ Val $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{COOH} \end{array}$ Pro pyrrole H ₃ C—S—CH ₂ —CH ₂ — Met thioéther	HOOC—CH ₂ —CH ₂ — Glu carboxyle	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{C}- \\ \quad \quad \\ \text{H}_2 \quad \text{H}_2 \end{array}$ Gln amide
6	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH}-\text{C}- \\ \diagup \quad \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{H}_2 \end{array}$ Leu $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}_2 \end{array}$ Ile	H₂N —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ — Lys amine	HN=C —NH ₂ N—CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ — Arg guanidyle
≥6	<p>phényle (Phe) phénol (Tyr) indole (Trp)</p>	A r o m a t i q u e s	<p>imidazole (His)</p>

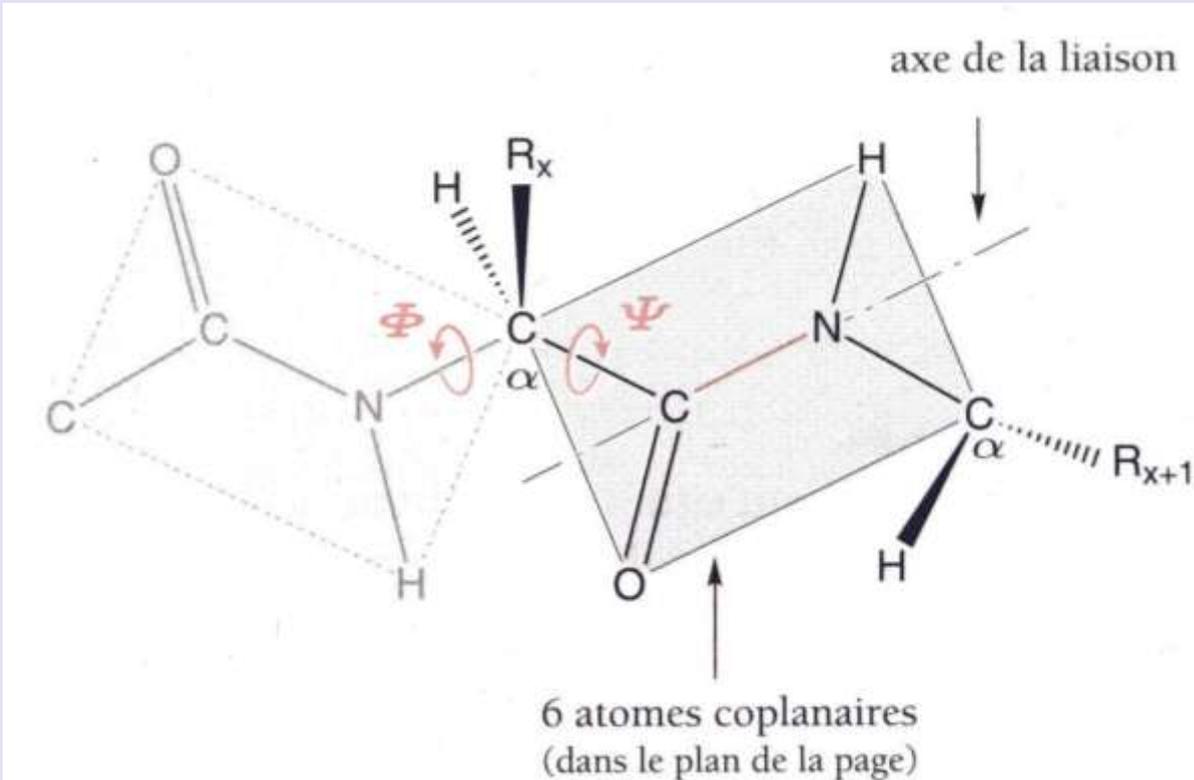
Document 20 :
Chaînes latérales des acides aminés standards.

Document 21 : La liaison peptidique



La réaction 1 :

- nécessite une enzyme (la peptidyltransférase),
- se déroule dans le ribosome,
- est endergonique (couplage avec ATP).



Trois conséquences de la liaison peptidique :

1 - Le peptide (ou la protéine) est polarisé : il existe une extrémité $-NH_2$ et une extrémité $-OH$

2 - Phénomène de résonance : la liaison C-N est intermédiaire entre une simple et une double liaison. En conséquence le groupe peptidique est une structure rigide, dans une **géométrie plane**.

3 - Les liaisons peptidiques définissent la structure primaire (= séquence) des protéines.

Amino acid requirements in humans

Essential

Arginine
Histidine
Isoleucine
Leucine
Lysine
Methionine
Phenylalanine
Threonine
Tryptophan
Valine

Nonessential

Alanine
Asparagine
Aspartate
Cysteine
Glutamate
Glutamine
Glycine
Proline
Serine
Tyrosine

AA « semi-essentiels » :
seuls les nourrissons ont besoin
d'un apport exogène

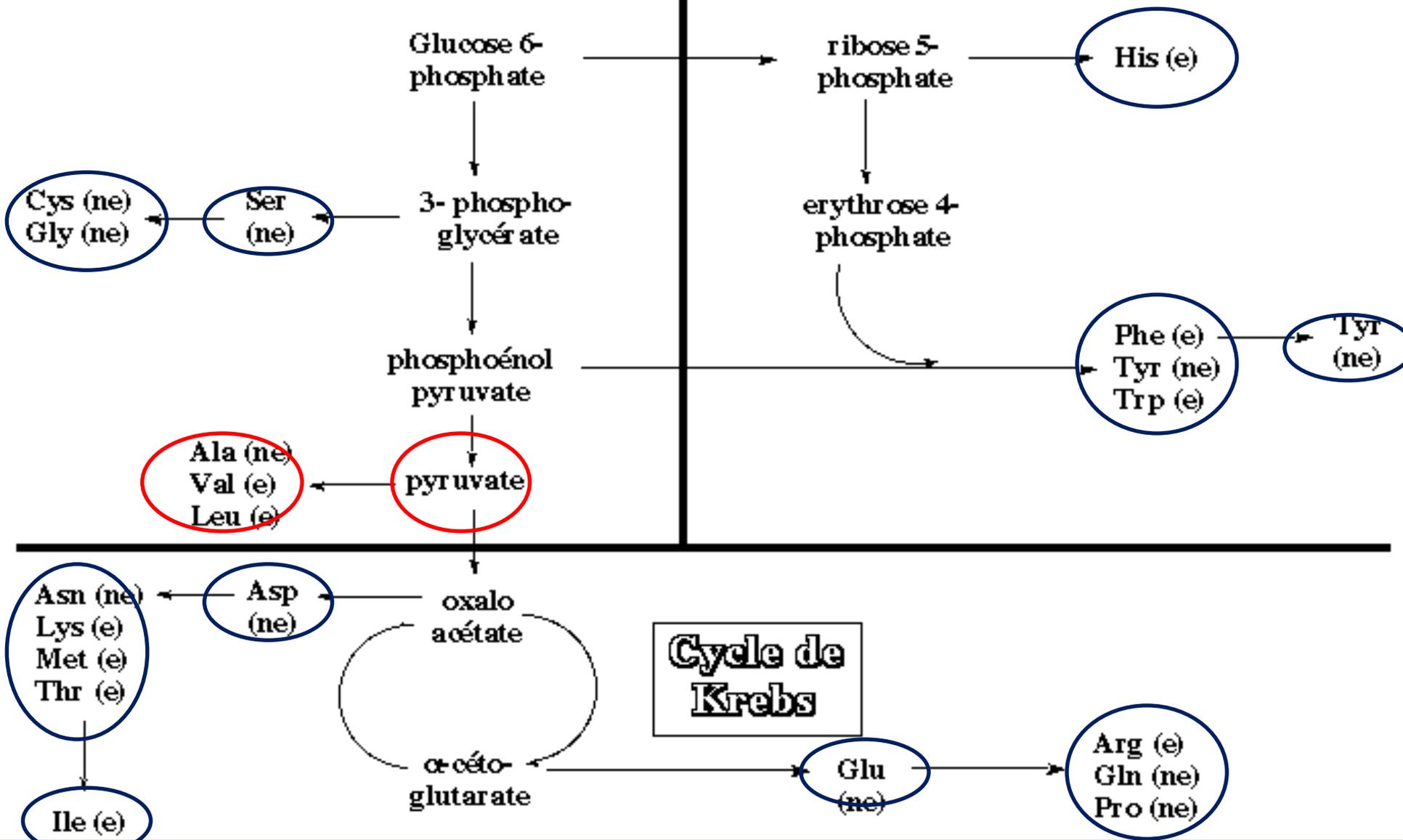


Les acides aminés essentiels

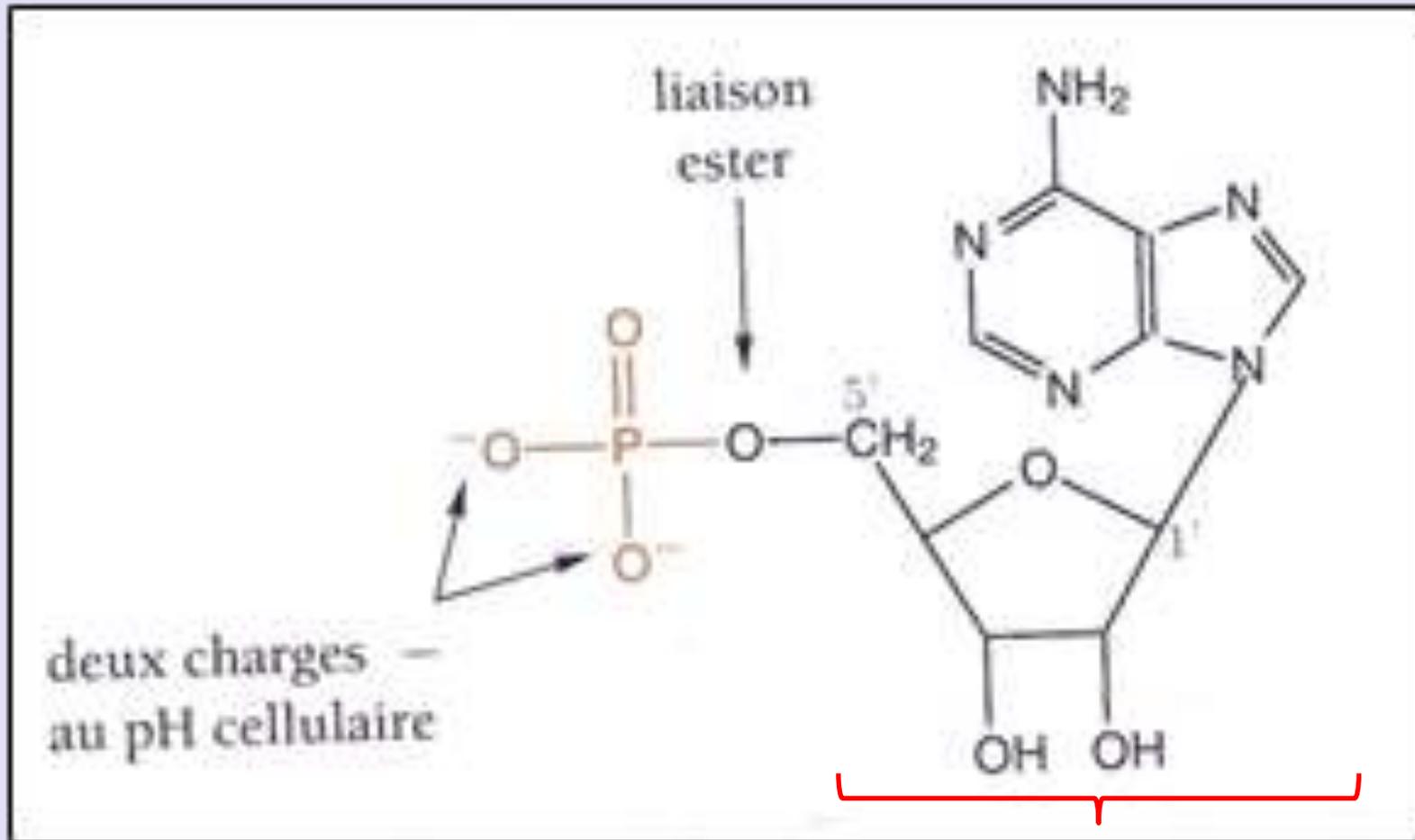
(e) : essentiel
(ne) : non essentiel

Glycolyse

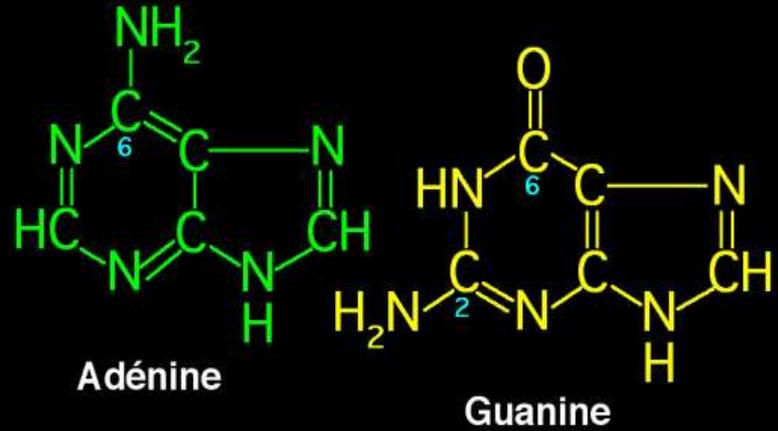
Voie pentoses phosphate



Document 22. Un nucléotide.

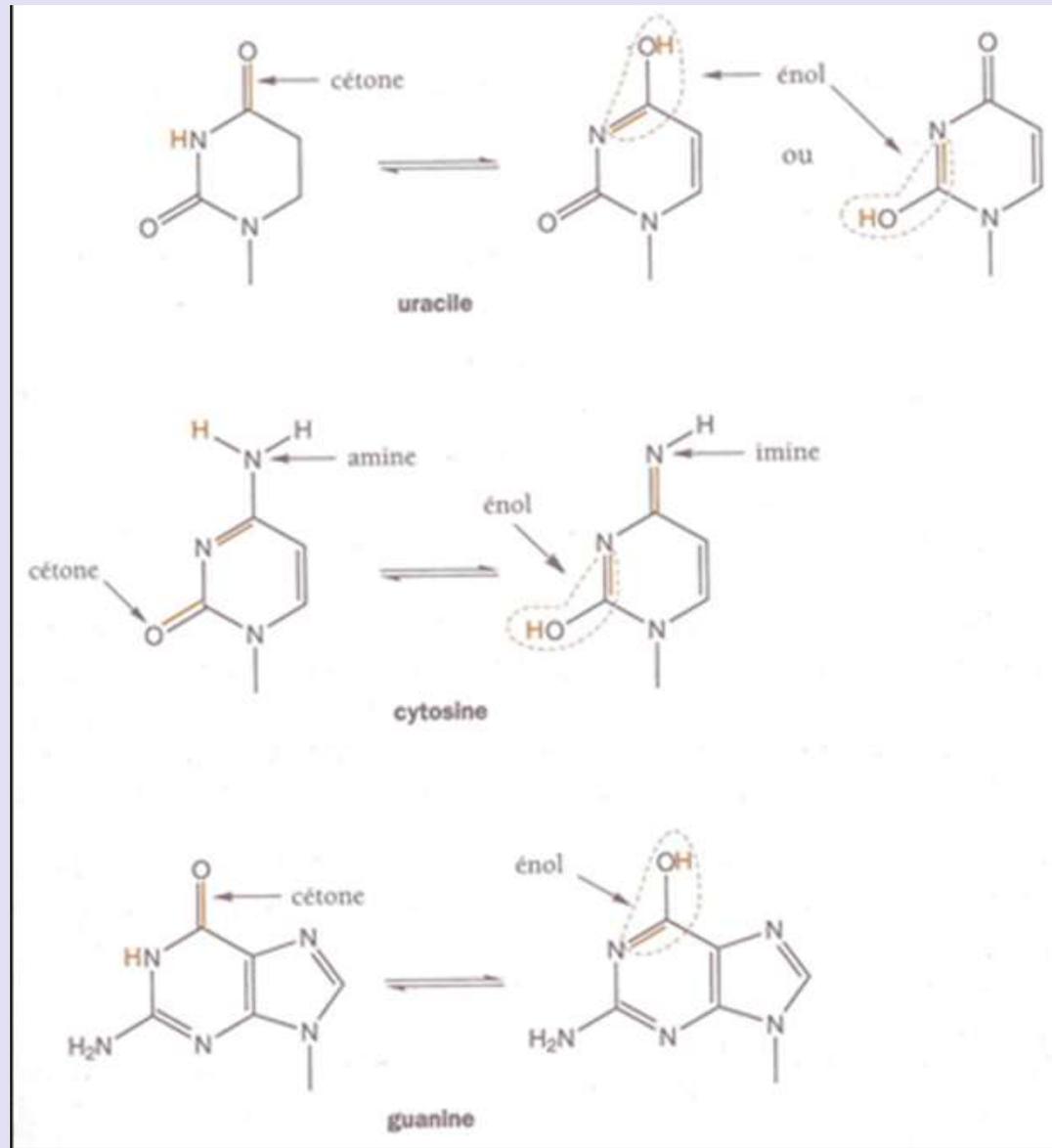
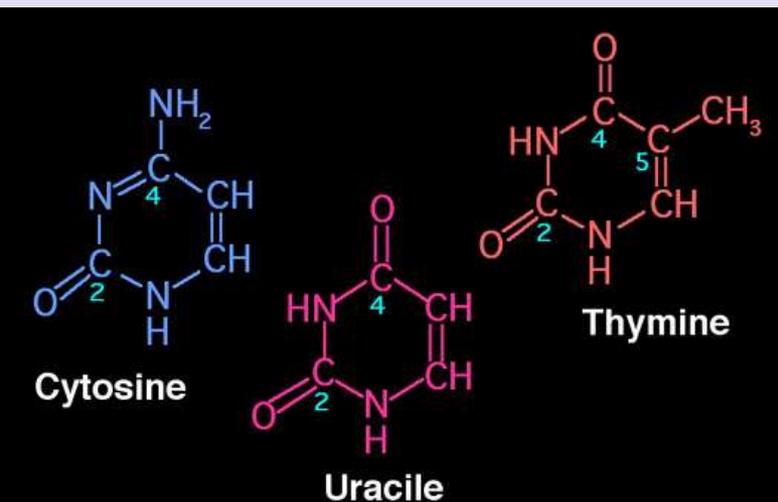


Les bases azotées des nucléotides

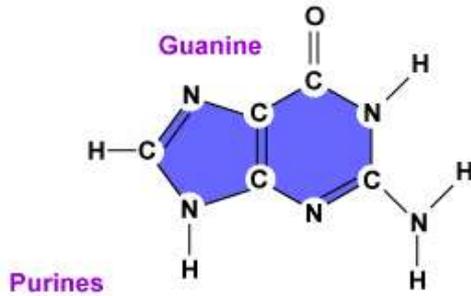
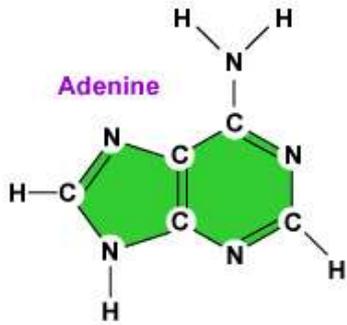


Les bases puriques

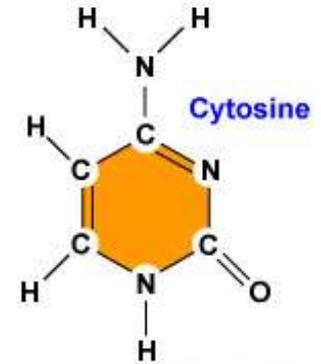
Les bases pyrimidiques



Document 23. Equilibres tautomériques possibles.



Pyrimidines

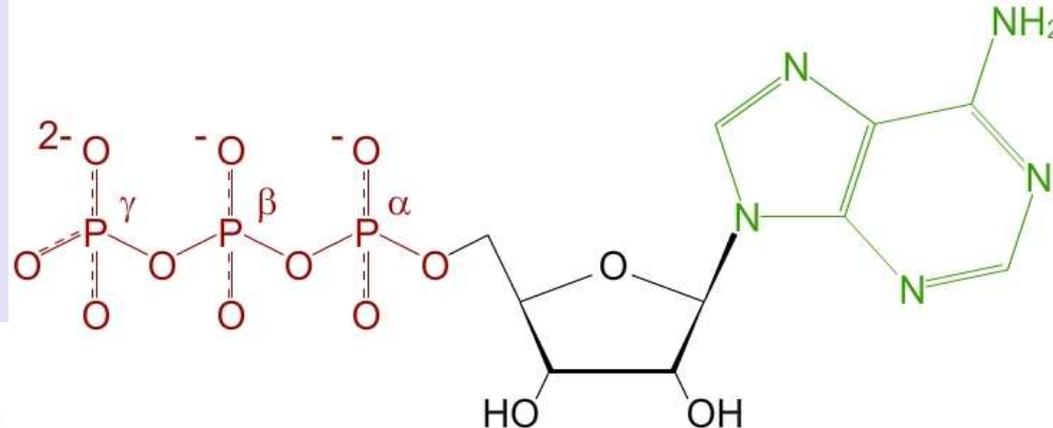


Base azotée		d-nucléosides de l'ADN (base azotée + désoxyribose)	d-nucléotides monophosphates
Bases puriques	Adénine	Adénosine	Adénosine monophosphate
	Guanine	Guanosine	Guanosine monophosphate
Bases pyrimidiques	Cytosine	Cytidine	Cytidine monophosphate
	Thymine	Thymidine	Thymidine monophosphate

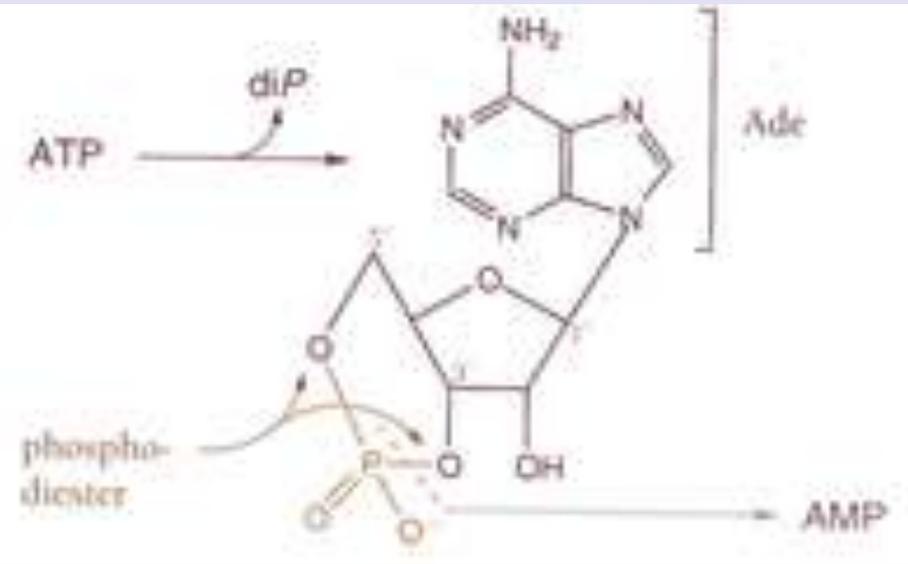
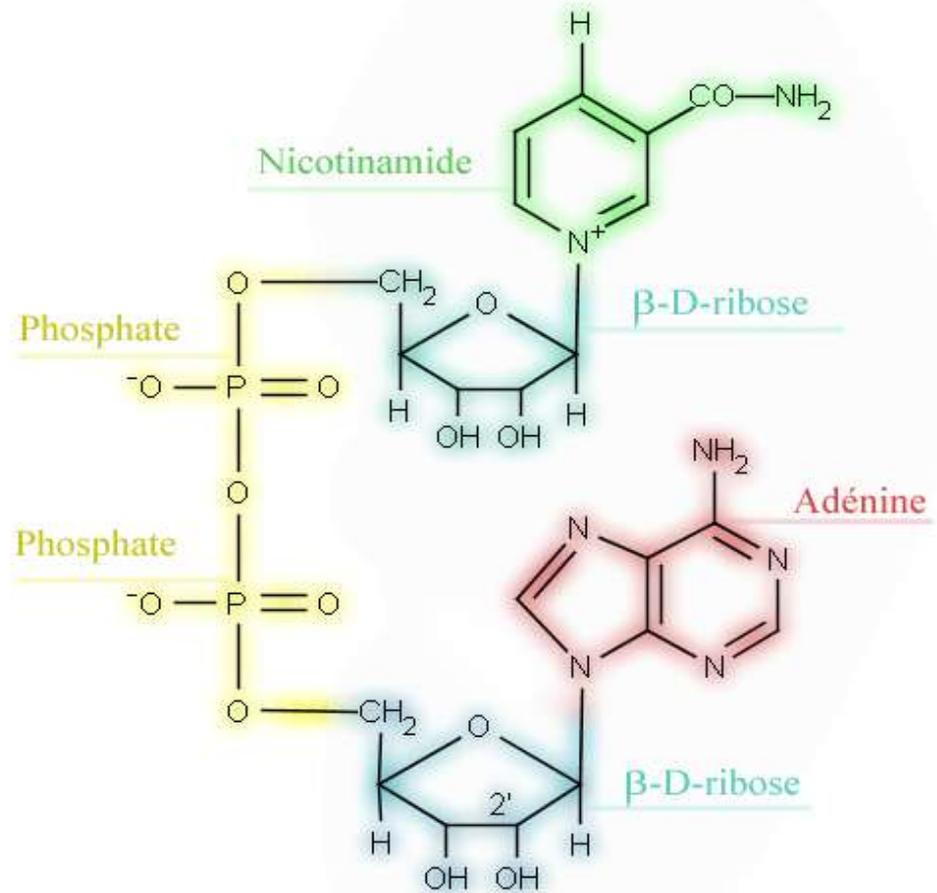
Nomenclature appliquée aux nucléosides et aux nucléotides monophosphates correspondants, constituants de l'ADN.

Diversité des nucléotides

Document 24.
NAD⁺, un coenzyme redox

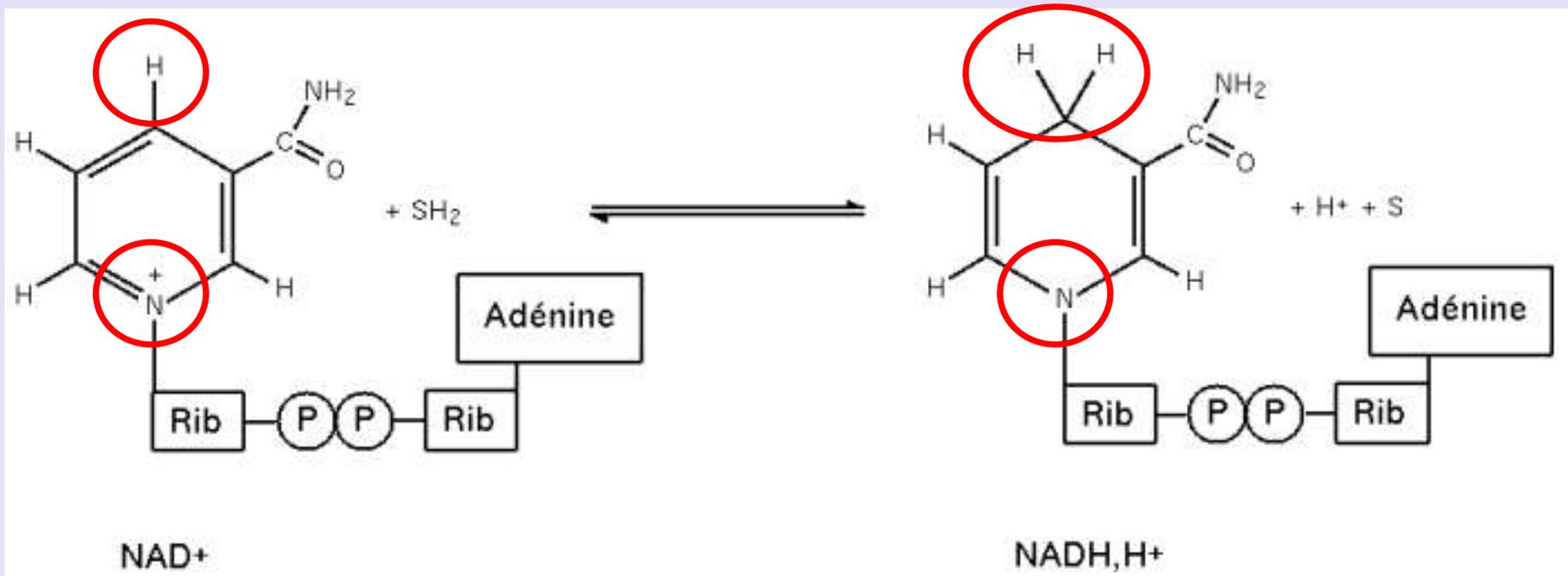


L'ATP: vecteur d'énergie libre



Document 25.
L'AMPc, un second messenger

NAD⁺, un coenzyme redox



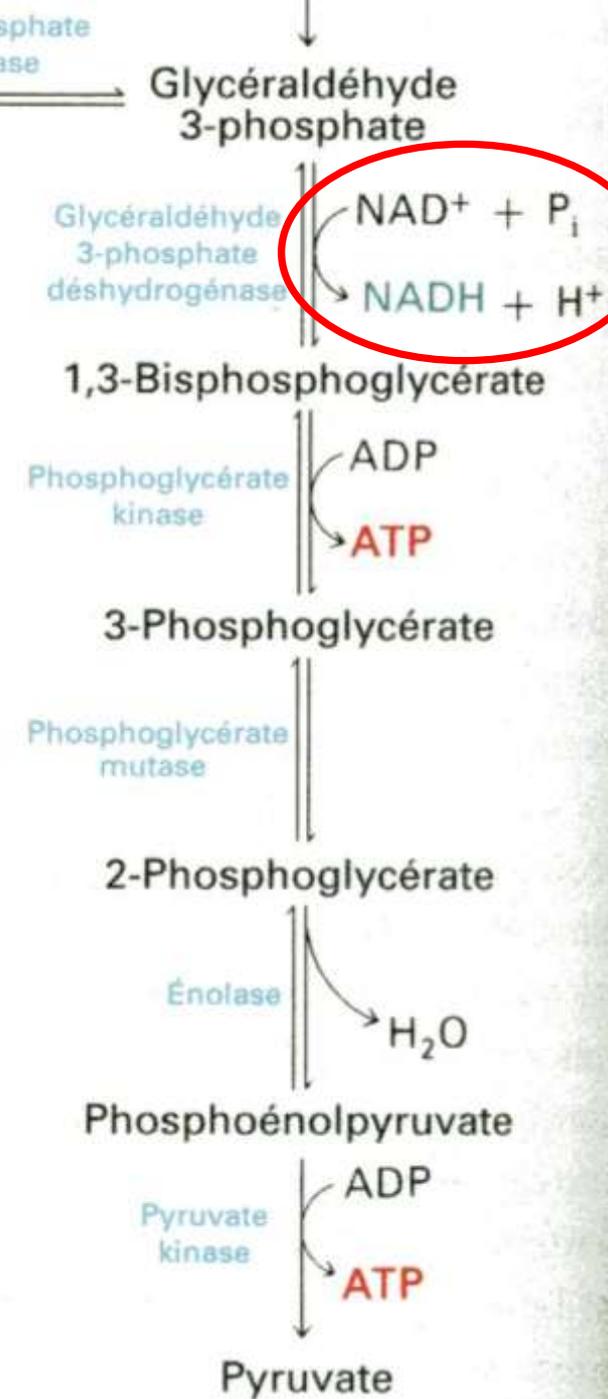
Forme oxydée

Max absorption dans l'UV : 260 nm

Forme réduite (fixe 2 e⁻ et 1 H⁺)

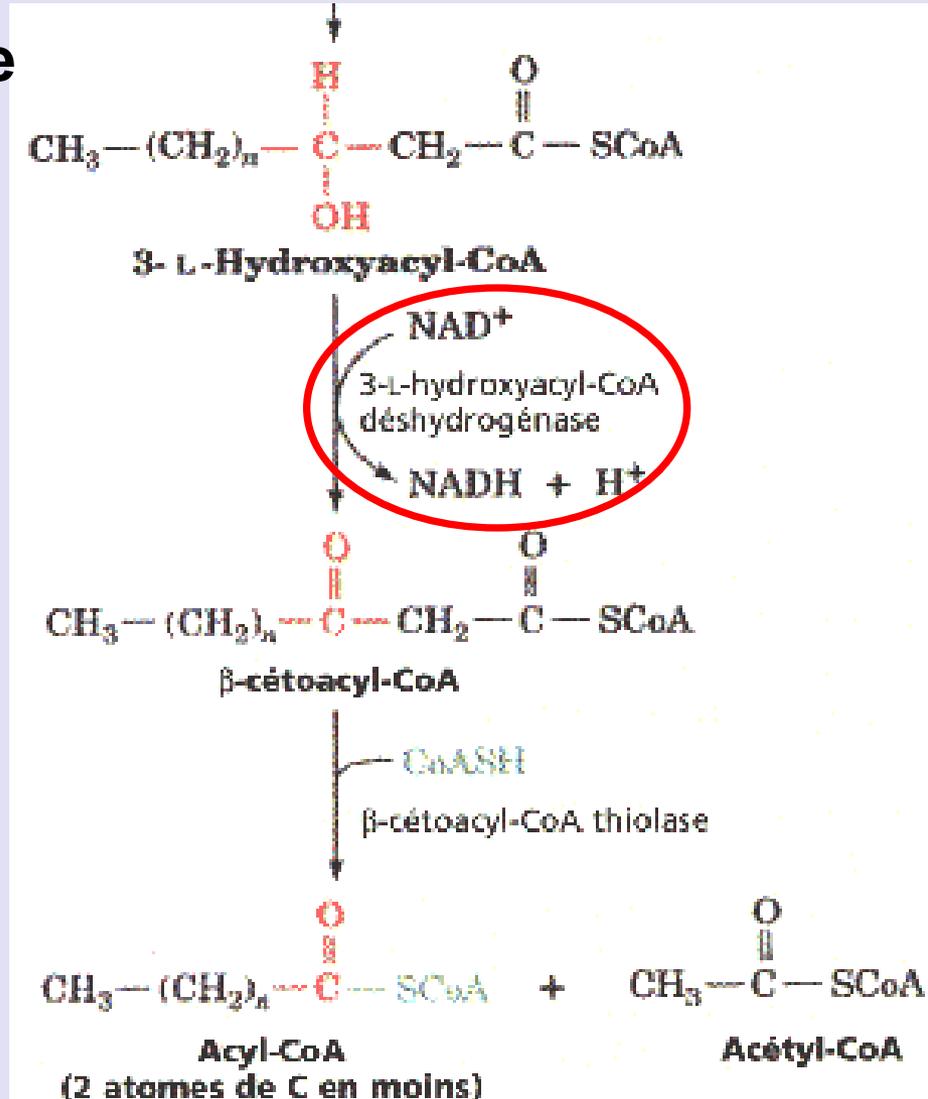
Max absorption dans l'UV : 340 nm

Intervention du NAD⁺ dans le métabolisme énergétique

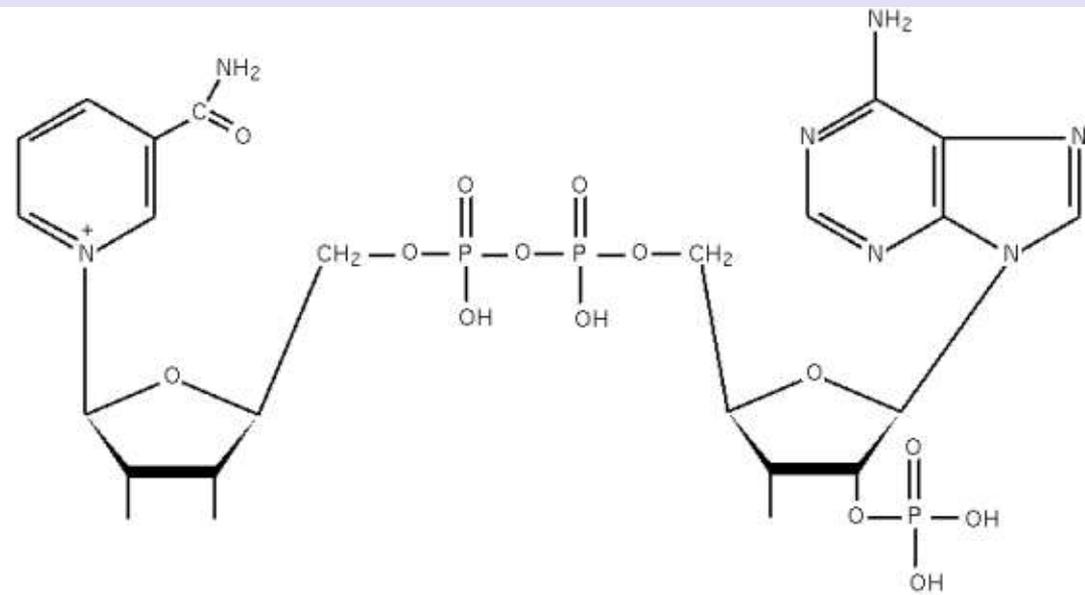


Dans l'hélice de Lynen

Dans la glycolyse

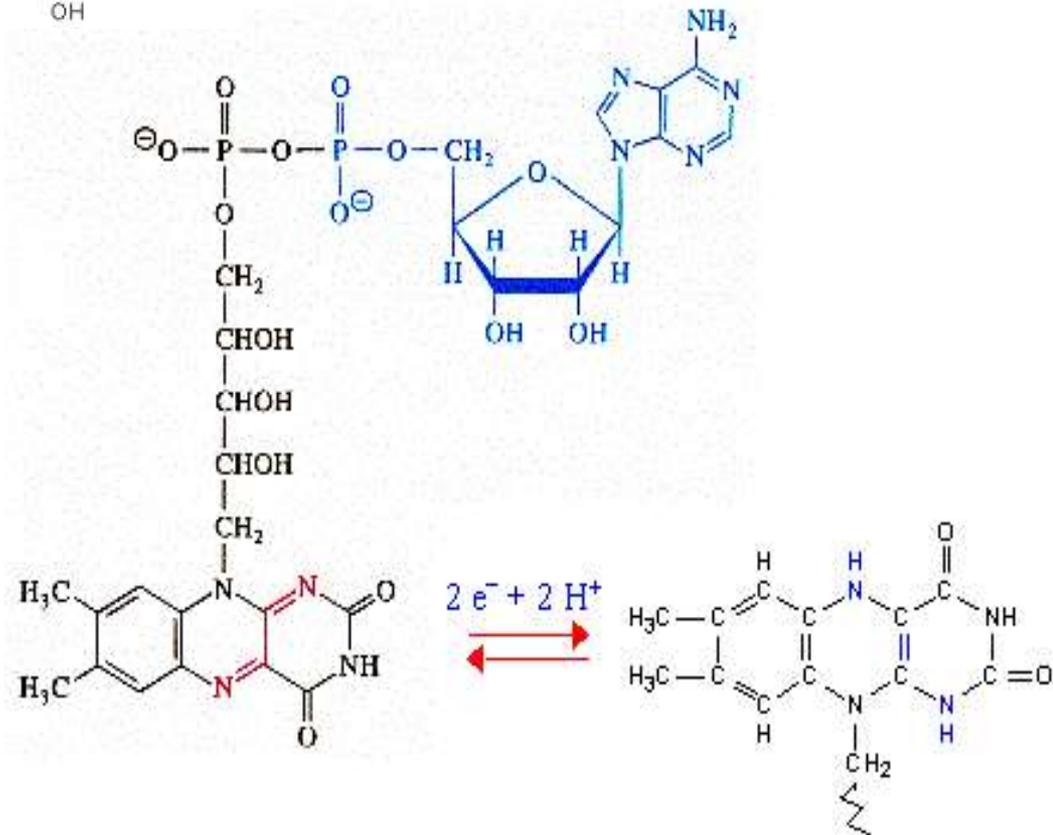


Le NADP⁺ ou
nicotinamide adénine
dinucléotide phosphate

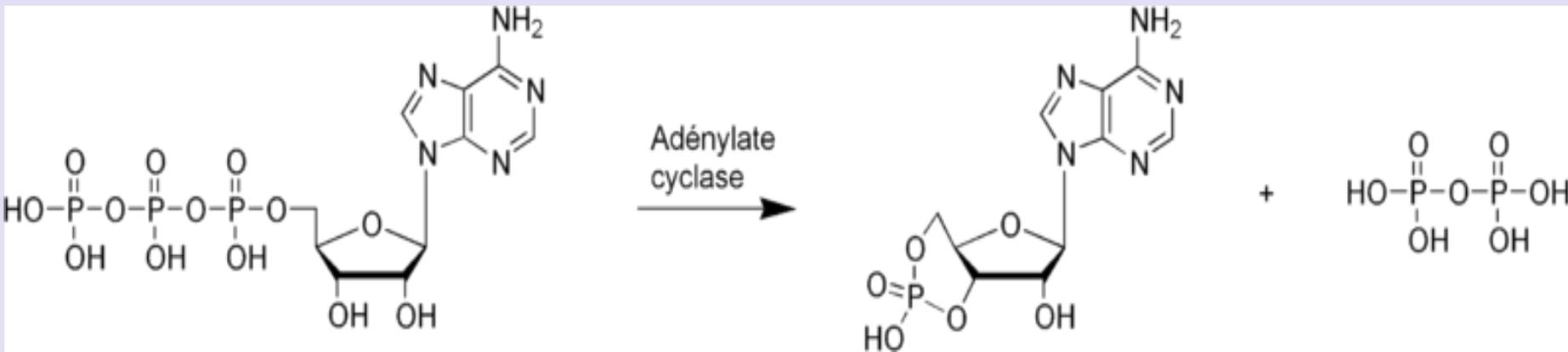
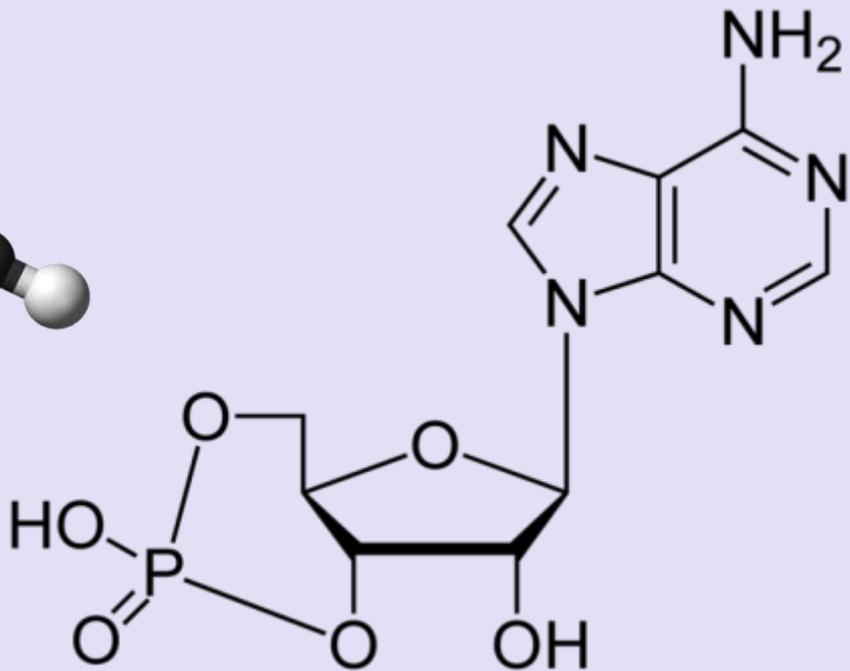
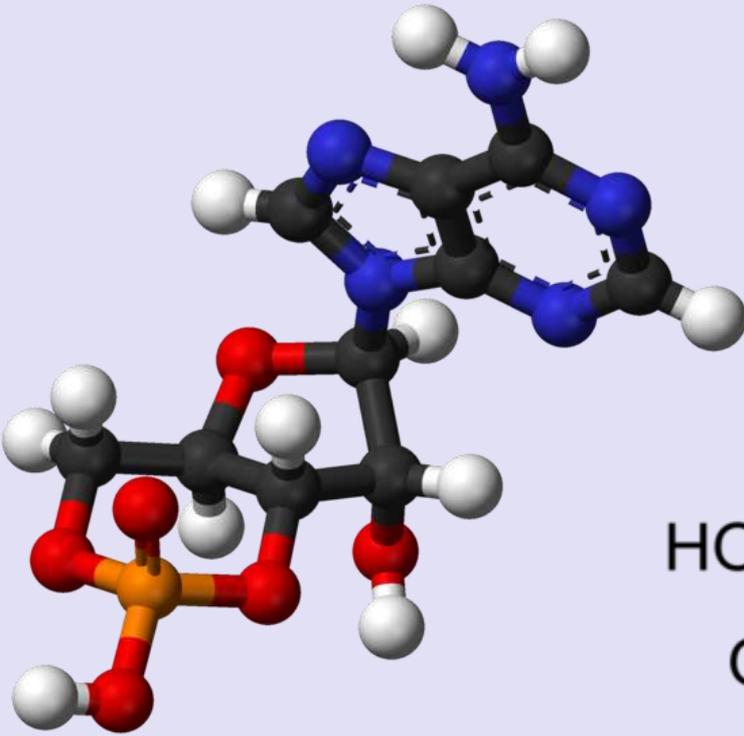


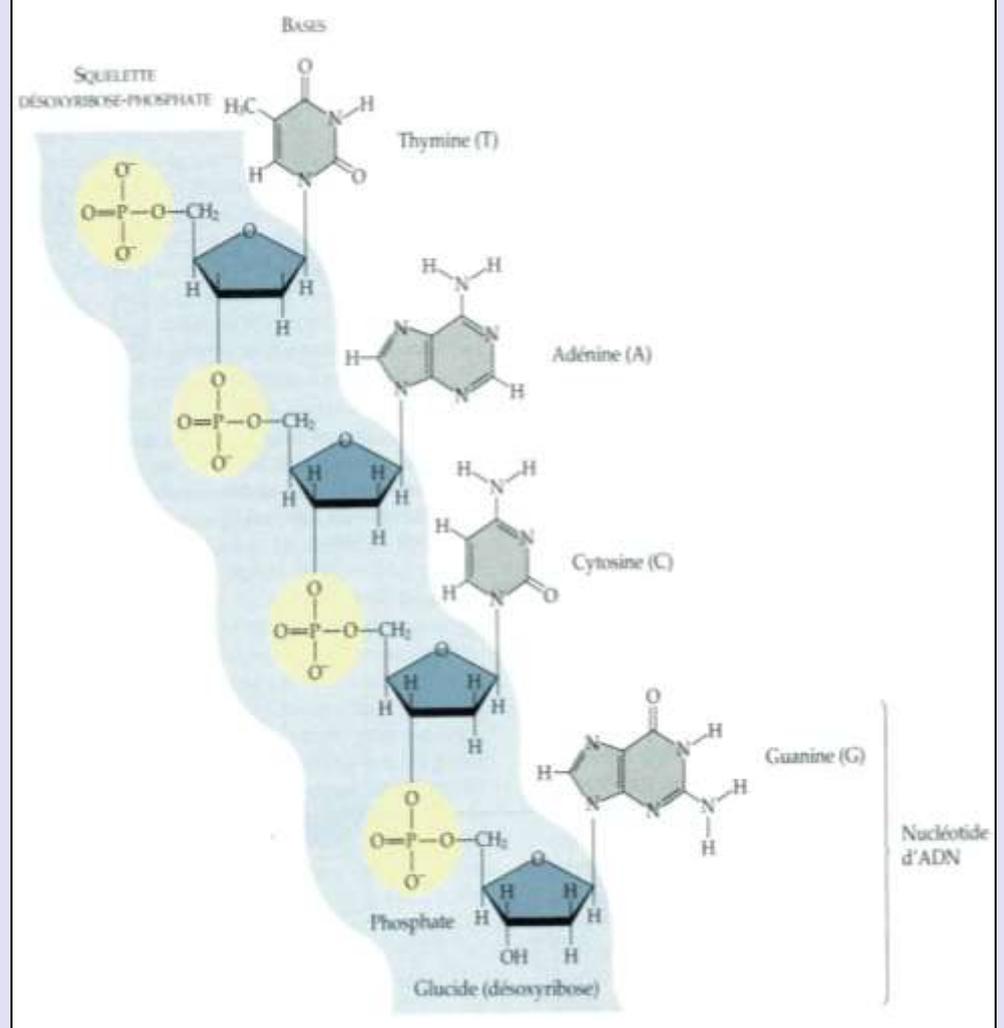
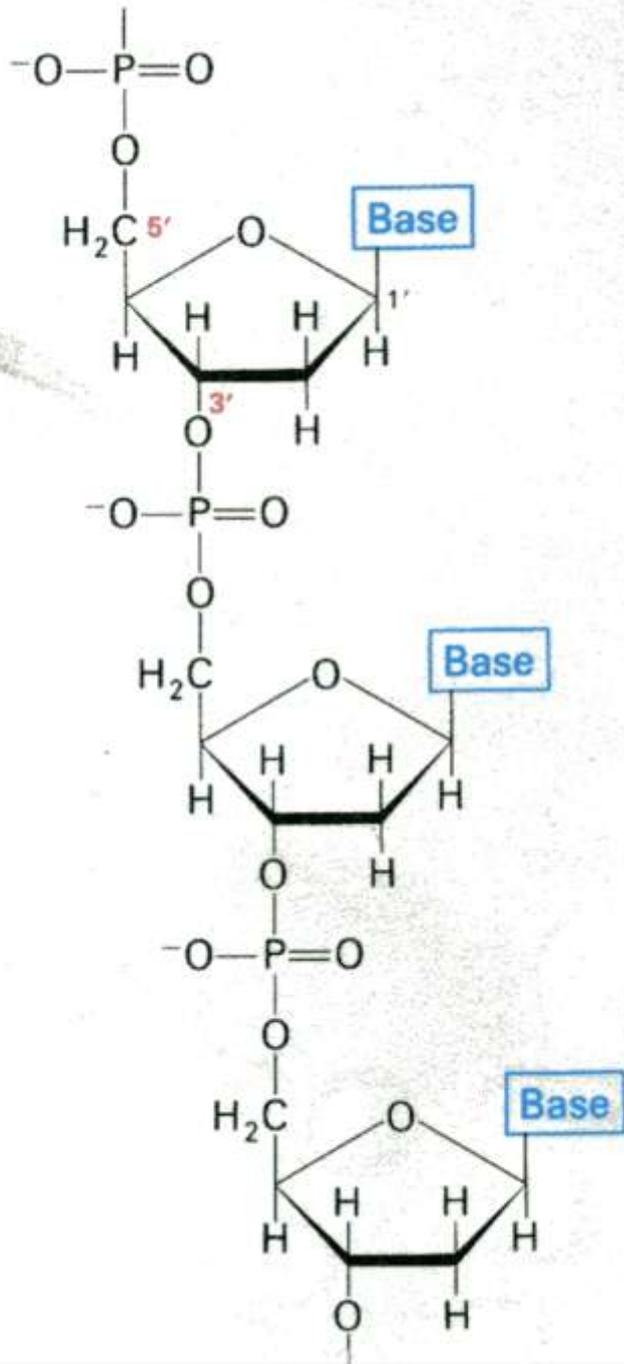
D'autres coenzymes rédox

La flavine adénine
dinucléotide (FAD)



Document 25. L'AMPc , un second messenger.





Structure chimique d'un brin d'ADN.

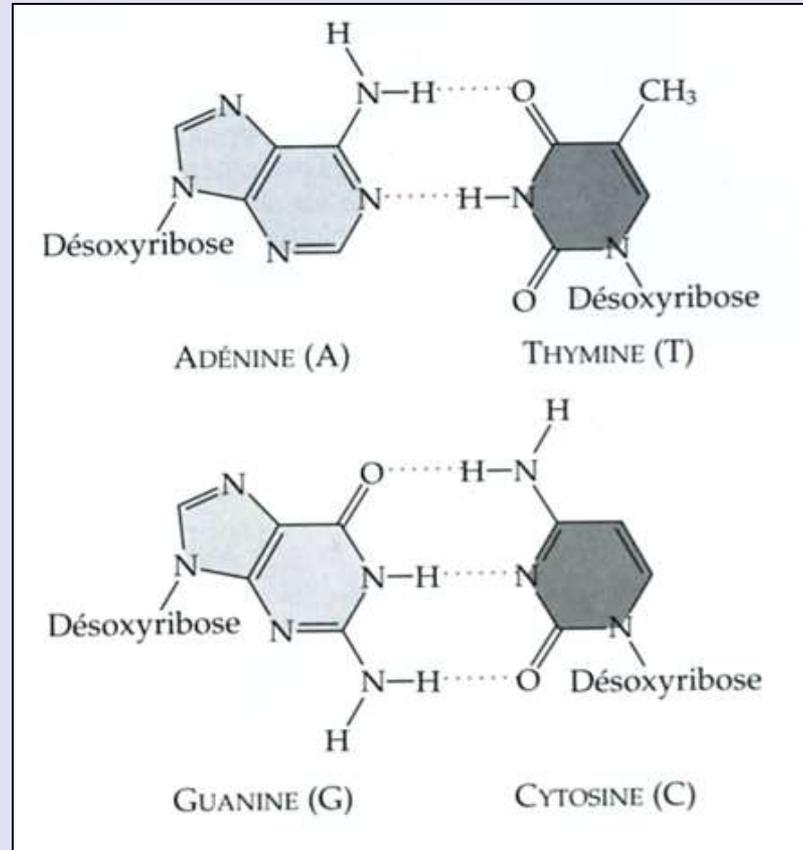
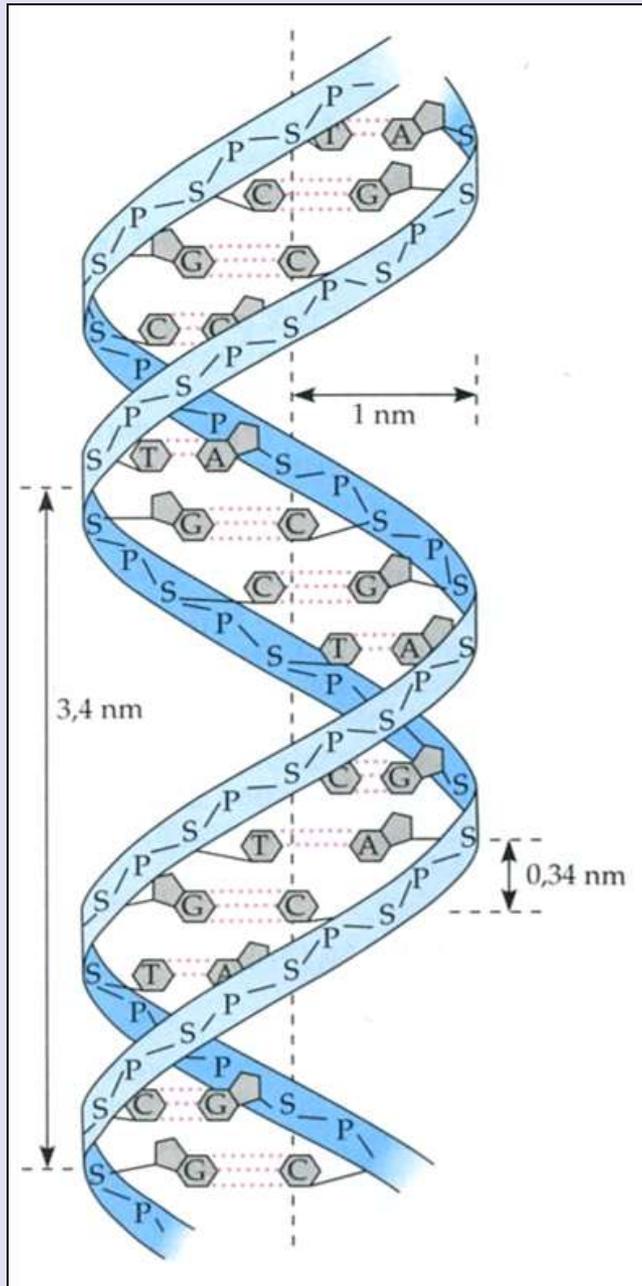
(CAMPBELL N., " Biologie ", ERPI Ed., 1995).

Structure d'un fragment de chaîne d'ADN.

(STRYER L., " La biochimie ", Flammarion Médecine-Sciences Ed., 1997).

← Structure en double hélice de l'ADN proposée par Watson et Crick.

(CAMPBELL N., " Biologie ", ERPI Ed., 1995).



L'appariement des bases : des liaisons hydrogènes se mettent en place de manière spécifique, ce qui explique la complémentarité des bases.

(CAMPBELL N., " Biologie ", ERPI Ed., 1995).