

BIOLOGIE

COMPOSITION CHIMIQUE DU VIVANT

Professeur Pascal PONCIN

Tableau n°2.1 Proportions relatives des éléments naturels dans le monde minéral et dans le monde vivant

DISTRIBUTION DES ELEMENTS NATURELS (EN % DU POIDS FRAIS) Y compris H ₂ O			
<u>Dans le monde minéral</u> <u>(air, terres, mers)</u>		<u>Dans le monde vivant</u>	
Oxygène (O)	50	Oxygène (O)	65
Silicium (Si)	25	* Carbone (C)	18
Aluminium (Al)	7,5	Hydrogène (H)	10
Fer (Fe)	5 *	Azote (N)	3
Calcium (Ca)	3,3	Calcium (Ca)	2
Sodium (Na)	2,5	Phosphore (P)	1
Potassium (K)	2,4		
Magnesium (Mg)	2		
	97,7		99
Hydrogène (H)	0,9	Potassium (K)	
Titanium (Ti)	0,6	Soufre (S)	
Chlore (Cl)	0,2	Chlore (Cl)	
Phosphore (P)	0,1	Sodium (Na)	
Carbone (C)	0,1 *	Magnesium (Mg)	
Manganèse (Mn)	0,1	Fer (Fe)	
	2,0		0,9
Soufre (S)	0,06	Manganèse (Mn)	
Azote (N)	0,03	Cuivre (Cu)	
Fluor (F)	0,025	Iode (I)	
Cuivre (Cu)	0,01	Cobalt (Co)	
Tout le reste	0,175	Zinc (Zn)	
		Bore (B)	
		Molybdène (Mo)	
		et tous les autres	
	0.3		0.1
	100		100

Proportions en atomes %

Eléments	Atmosphère	Lithosphère ROCHES	Hydrosphère EAU	Biosphère VIVANT
O	21 $O_2/15$	62,5	33,2	25,5
C	0,03 $C_6/10.000$	-	-	10,5
H	0,1	0,08	66,2	60,3
N	79 $N_2/15$	0,0001	-	2,42
Ca	-	1,94	-	0,226
P	-	1,42	-	0,134
Si	-	21,2 (sable)	-	0,0009
Fe	-	1,92	-	0,00059
Al	-	6,47	-	-

CARBONE DANS LE SOL (CHARBON) → ORIGINE ANI. VEGET.

TABLEAU PERIODIQUE DES ELEMENTS

H	1	Hydrogène	1	He	2	Helium
1 2 Li	6,939 2 Lithium	2 B. 4 Beryllium	2 238,03 14 U 92 Uranium ← Nom	10,811 2 Bore	12,01 4 Carbone	14,007 3 Azote
2 6 Na 11 Sodium	22,99 2 Magnésium	2 24,312 12 Magnésium	2 Nb pt + m 16 pt ou d/c	15,999 2 Oxygène	18,998 3 Fluor	20,183 8 Neon
2 8 K 19 Potassium	2 24,080 2 Calcium	2 44,956 9 Scandium	2 47,900 10 Titane	2 50,942 11 Vanadium	2 51,996 12 Chrome	2 54,938 13 Manganèse
2 8 Rb 37 Rubidium	2 87,620 2 Strontium	2 88,905 9 Yttrium	2 91,220 10 Zirconium	2 92,906 11 Niobium	2 95,940 12 Molybdème	2 (99) 13 Technétium
2 8 Cs 55 Césium	2 137,340 2 Barium	2 170,490 32 Série des Lanthanides	2 180,948 32 Hafnium	2 183,850 32 Tantale	2 186,2 32 Wolfram	2 190,2 32 Renium
2 8 Fr 87 Francium	2 (223) 2 Radium	2 (226) 2 Série des Actinides	2 192,2 32 Osmium	2 195,09 32 Iridium	2 196,967 32 Platine	2 200,59 32 Or
2 8 Ra 88 Radium	2 89-103 2 Série des Actinides	2 197,19 32 Thallium	2 204,37 32 Mercurie	2 207,19 32 Plomb	2 208,98 32 Bismuth	2 (210) 2 Polonium
2 8 89-103 2 Série des Actinides	2 174,97 2 Lutetium	2 176,93 2 Erbium	2 177,26 2 Thulium	2 178,934 2 Ytterbium	2 179,54 2 Lanthanum	2 180,934 2 Radon

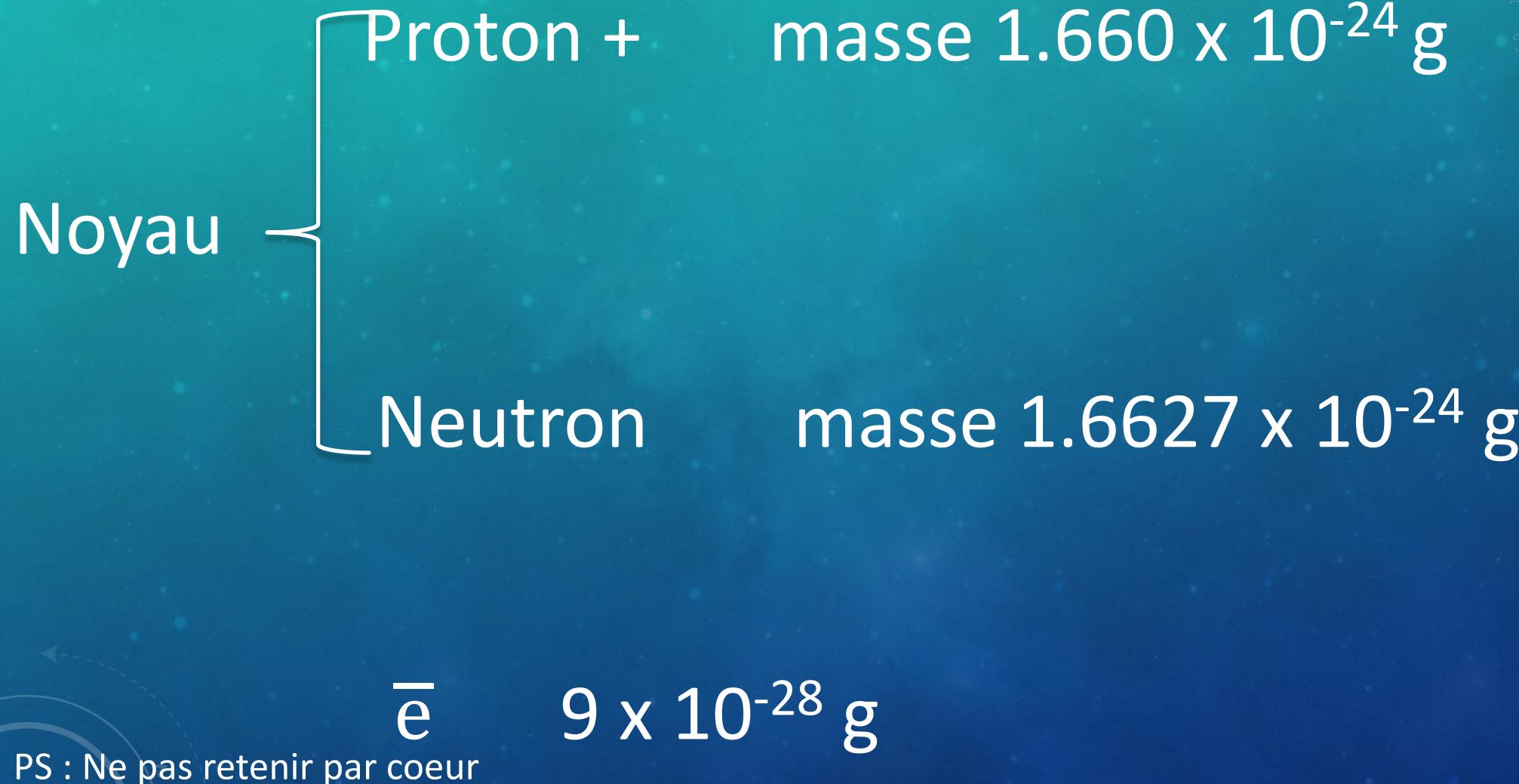
Elément = une substance qui ne peut être décomposée davantage par des moyens chimiques
 -> ATOME, conserve ses caractéristiques de masse et de poids au travers des réactions chimiques

Série des Lanthanides 57 à 71	2 138,91 2 La 57 Lanthane	2 140,12 2 Ce 58 Cérium	2 140,907 2 Pr 59 Praseodimium	2 144,24 2 Nd 60 Néodymum	2 (147) 2 Pm 61 Prométhium	2 150,35 2 Sm 62 Samarium	2 151,96 2 Eu 63 Europium	2 157,25 2 Gd 64 Gadolinium	2 158,924 2 Tb 65 Terbium	2 162,5 2 Dy 66 Dysprosium	2 164,93 2 Ho 67 Holmium	2 167,26 2 Er 68 Erbium	2 168,934 2 Tm 69 Thulium	2 170,54 2 Yb 70 Ytterbium	2 174,97 2 Lu 71 Lutetium
Série des Actinides 89 à 103	2 (227) 2 Ac 89 Actinium	2 232,038 2 Th 90 Thorium	2 (231) 2 Pa 91 Protactinium	2 238,04 2 U 92 Uranium	2 (237) 2 Np 93 Néptunium	2 (242) 2 Pu 94 Plutonium	2 (243) 2 Am 95 Americium	2 (247) 2 Cm 96 Curium	2 (247) 2 Bk 97 Berkalium	2 (251) 2 Cf 98 Californium	2 (254) 2 Es 99 Einsteinium	2 (253) 2 Fm 100 Fermium	2 (256) 2 Md 101 Mondéléum	2 (254) 2 No 102 Néelsonium	2 (257) 2 Lw 103 Lawrencium

TRANSMUTATION = transformation d'un élément en un autre (ex. plomb en or ???/ Radium -> radon)

Éléments artificiels fabriqués par l'Homme

ATOME



U

Z

92

$$238 \rightarrow 238 - 92 = 146 \text{ neutrons}$$

A

proton + neutron

Nombre de masse atomique

Nombre de protons ou d'électrons

Numéro d'ordre atomique

ISOTOPES

Mêmes propriétés chimiques mais propriétés physiques différentes (nb de neutrons)



TABLEAU PERIODIQUE DES ELEMENTS

H	1	Hydrogène	He	2	4,003
1 6,939	2 9,012	Lithium	B	2 9,012	Helium
Li	3 Béryllium	Magnésium	C	2 12,01	2 20,183
2 22,99	2 24,312	Sodium	N	3 14,007	O
Na	11 Magnésium	Magnésium	F	2 18,998	Ne
2 39,102	2 40,080	Potassium	B	5 10,811	10 Neon
K	19 Calcium	Calcium	C	6 12,01	
2 85,470	2 87,620	Zincium	N	7 14,007	
Rb	37 Strontium	Strontium	O	8 15,999	
2 132,905	2 137,340	Série des Lanthanides	F	9 18,998	
Cs	55 Baryum	Baryum			
2 (223)	2 (226)	Série des Actinides			
F	87 Radium	Radium			
2 8 32 18 8 2 87	2 8 32 18 8 2 89-103				

Nombre d'électrons des orbites successives, de la plus interne à la plus externe.

238,03
Symbol.
92
Uranium ← Nom

$$1824 + 146 = 238$$

$$Nb \text{ pt } + m$$

18 pt ou d'

Légende explicative

B	5 Bore	C	6 Carbone	N	7 Azote	O	8 Oxygène	F	9 Fluor	He	2 20,183
2 26,982	2 28,086	2 30,974	2 32,064	2 35,453	2 39,948	2 43,800	2 47,909	2 51,996	2 54,938	2 55,847	2 58,933
A	13 Aluminium	S	14 Silicium	P	15 Phosphore	S	16 Souffre	C	17 Chlore	Ar	18 Argon
2 69,720	2 72,590	2 74,922	2 78,96	2 83,800	2 87,909	2 91,922	2 95,940	2 (99)	2 101,07	2 102,905	2 106,4
Ga	31 Gallium	Ge	32 Germanium	As	33 Arsenic	Se	34 Selenium	Br	35 Brome	Kr	36 Krypton
2 114,82	2 118,69	2 121,75	2 127,6	2 126,904	2 131,300	2 132,905	2 137,340	2 140,12	2 140,907	2 144,24	2 (147)
In	50 Etain	Sb	51 Antimone	T	52 Tellurium	I	53 Iode	At	54 Xénon	Xe	55 Kéryton
2 118,69	2 121,75	2 127,6	2 132,905	2 137,340	2 140,12	2 140,907	2 144,24	2 (147)	2 150,35	2 151,96	2 157,25
Cd	48 Cadmium	Ag	47 Argent	Pt	49 Platine	Hg	50 Mercurie	Th	51 Thallium	Tl	52 Pb
2 112,4	2 107,870	2 106,4	2 107,870	2 108,967	2 109,967	2 119,967	2 120,59	2 120,37	2 120,98	2 (210)	2 (210)
In	49 Indium	Ag	50 Etain	Os	77 Osmium	Ir	78 Iridium	W	79 Platine	Re	80 Or
2 114,82	2 118,69	2 121,75	2 127,6	2 132,905	2 137,340	2 140,12	2 140,907	2 144,24	2 (147)	2 150,35	2 151,96
Sn	51 Antimone	Sb	52 Tellurium	Os	76 Osmium	Ir	77 Iridium	Ta	78 Platine	Re	79 Or
2 118,69	2 121,75	2 127,6	2 132,905	2 137,340	2 140,12	2 140,907	2 144,24	2 (147)	2 150,35	2 151,96	2 157,25
Te	52 Tellurium	I	53 Iode	Ir	77 Iridium	Os	78 Platine	W	79 Or	Th	80 Or
2 121,75	2 127,6	2 132,905	2 137,340	2 140,12	2 140,907	2 144,24	2 (147)	2 150,35	2 151,96	2 157,25	2 162,5
Bi	83 Bismuth	Po	84 Polonium	At	85 Astatine	Rn	86 Radon	Ac	87 Francium	Fr	88 Radium

Série des Lanthanides	57 à 71	La	138,91	Ce	140,12	Pr	140,907	Nd	144,24	(147)	Sm	150,35	Eu	151,96	Gd	157,25	Tb	158,924	Dy	162,5	Ho	164,93	E	167,26	Tm	168,934	V	174,97	
Série des Actinides	89 à 103	Ac	(227)	Th	232,038	Pa	(231)	U	238,04	(237)	Np	(239)	Pu	(241)	Am	(243)	Cm	(245)	Bk	(247)	Cf	(251)	E	(253)	Fm	(256)	Md	(257)	
Actinium	89	Thorium	90	Protactinium	91	Uranium	92	Neptunium	93	Plutonium	94	Americium	95	Curium	96	Berkelium	97	Californium	98	Einsteinium	99	Fermium	100	Mendelevium	101	No	102	Lw	103

Éléments artificiels fabriqués par l'Homme

BOHR

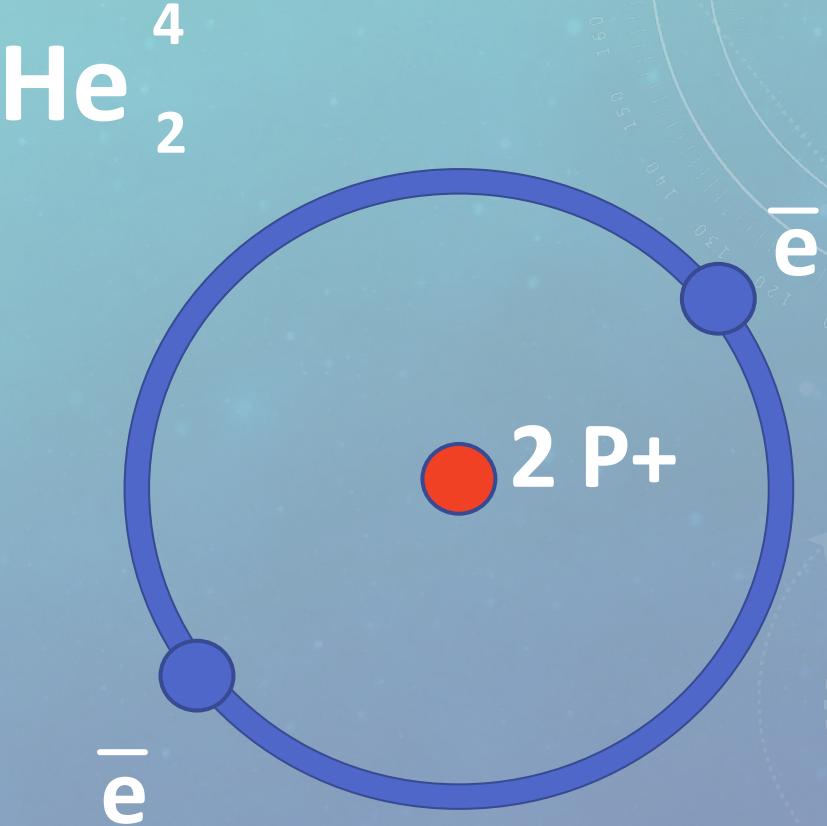
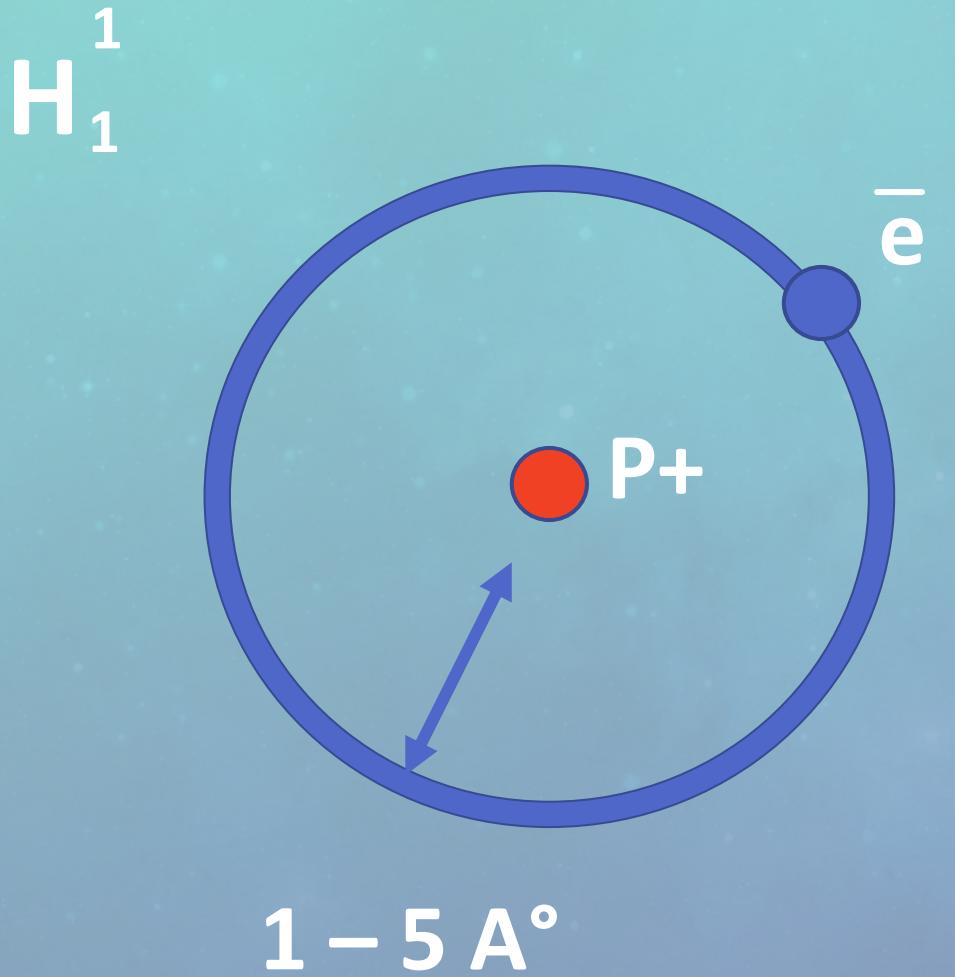


TABLEAU PERIODIQUE DES ELEMENTS

H	1	Hydrogène	He	2	4,003
1 6,939	2 9,012	Lithium	B	2 9,012	Helium
Li	3 Béryllium	Magnésium	C	2 12,01	2 20,183
2 22,99	2 24,312	Sodium	N	2 14,007	O
Na	11 Magnésium	Magnésium	F	2 18,998	Ne
2 39,102	2 40,080	Potassium	B	2 10,811	10 Neon
K	19 Calcium	Calcium	C	2 12,01	
2 85,470	2 87,620	Rubidium	N	2 14,007	
Rb	37 Strontium	Strontium	O	2 15,999	
2 132,905	2 137,340	Césium	F	2 18,998	
Cs	55 Barium	Barium			
2 (223)	2 (226)	Francium			
F	87 Radium	Radium			
2 8 32 18 8 2	2 8 32 18 8 2	89-103			

Légende explicative

Nombre d'électrons des orbites successives, de la plus interne à la plus externe.

Nombre de masse atomique

Symbol.

Numéro d'ordre atomique

$1824 + 146 = 238$

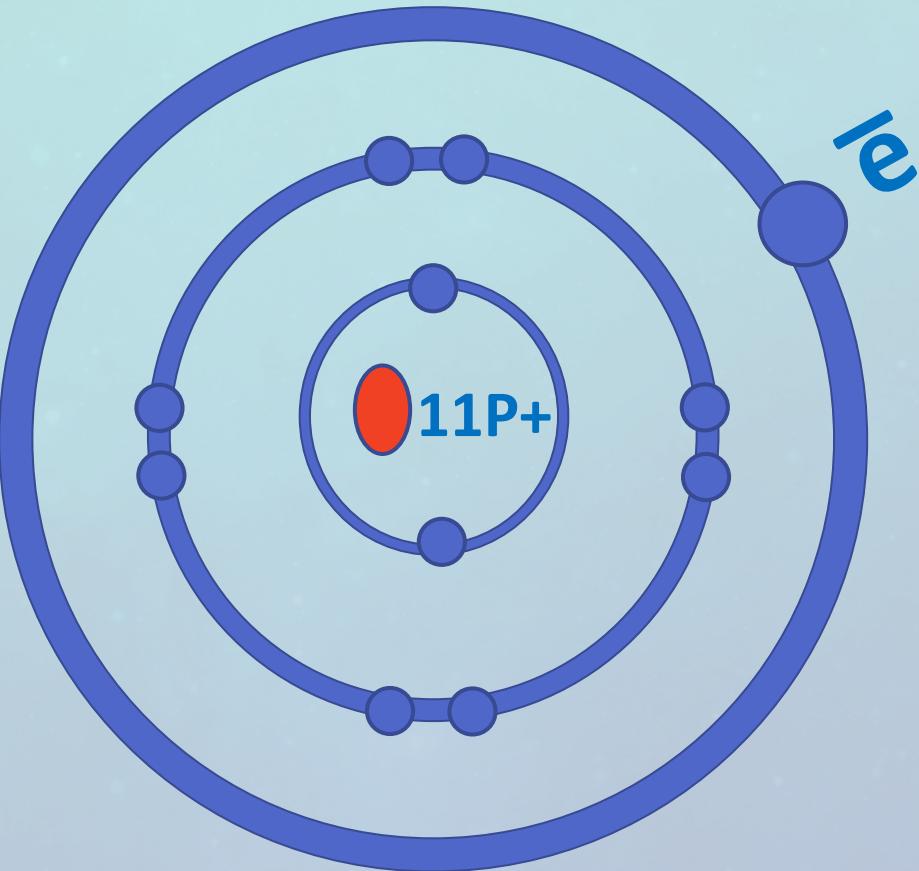
$Nb \text{ pt } + m$

18 pt ou d'

Série des Lanthanides	57 à 71	La	138,91	2 140,12	2 140,907	2 144,24	2 (147)	2 150,35	2 151,96	2 157,25	2 158,924	2 162,5	2 164,93	2 167,26	2 168,934	2 173,54	2 174,97
Lanthane	57	Carium	58	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Erbium	Tm	Vib	Lu	
Actinium	89	Thorium	90	Protactinium	Uranium	Nop	Plutonium	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lw	

Eléments artificiels fabriqués par l'Homme

Na₁₁



2
8
18
32
21
9
2

U

A

Z

92

$$238 \rightarrow 238 - 92 = 146 \text{ neutrons}$$

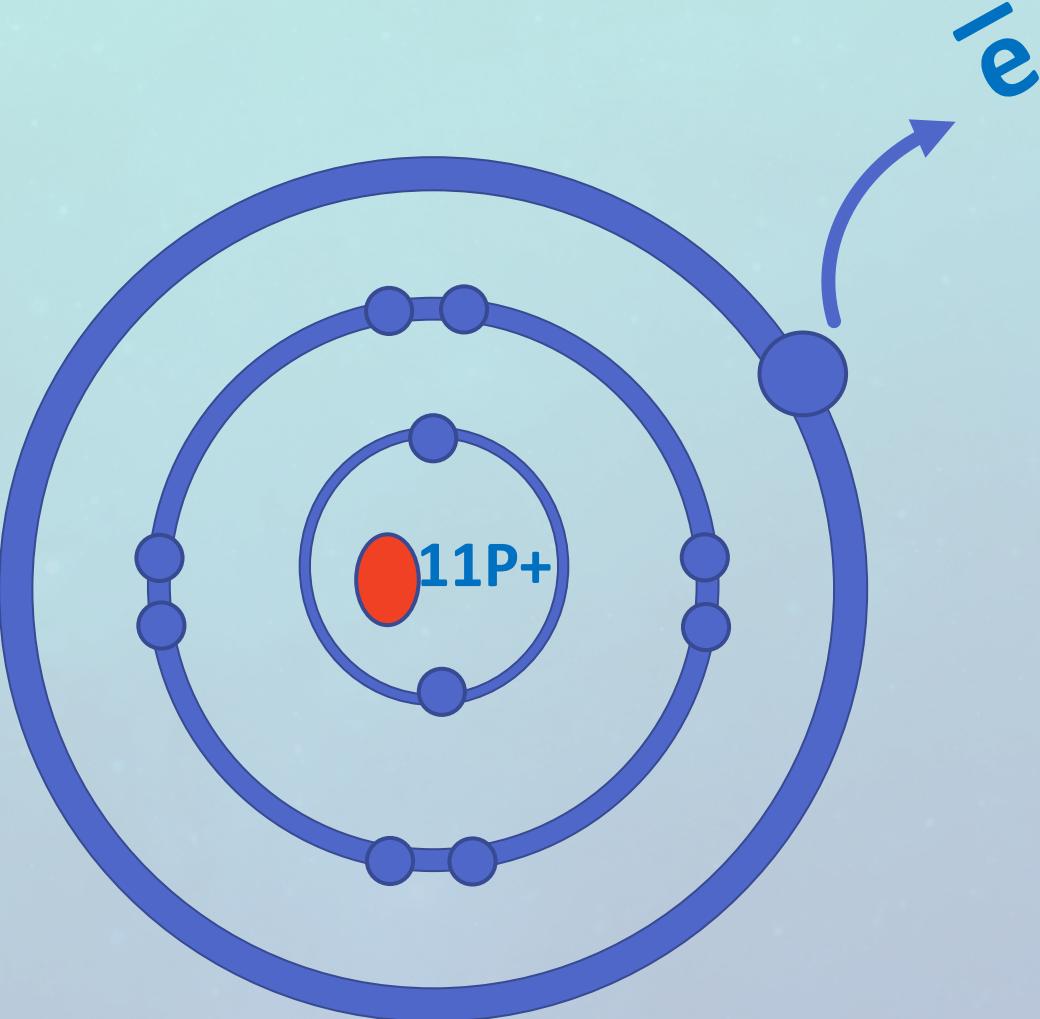
proton + neutron

Nombre de masse atomique

Nombre de protons ou d'électrons

Numéro d'ordre atomique

Na_{11}



Na^+
ION

TABLEAU PERIODIQUE DES ELEMENTS

H	1	Hydrogène	He	2	4,003
1 6,939	2 9,012	Lithium	B	2 9,012	Helium
Li	3 Béryllium	Magnésium	C	2 12,01	2 20,183
2 22,99	2 24,312	Sodium	N	2 14,007	O
Na	11 Magnésium	Magnésium	F	2 18,998	Ne
2 39,102	2 40,080	Potassium	B	2 10,811	10 Neon
K	19 Calcium	Calcium	C	2 12,01	
2 85,470	2 87,620	Rubidium	N	2 14,007	
Rb	37 Strontium	Strontium	O	2 15,999	
2 132,905	2 137,340	Césium	F	2 18,998	
Cs	55 Barium	Barium			
2 (223)	2 (226)	Francium			
F	87 Radium	Radium			
2 8 32 18 8 2	2 8 32 18 8 2	89-103			

Légende explicative

Nombre d'électrons des orbites successives, de la plus interne à la plus externe.

Nombre de masse atomique

Symbol.

Numéro d'ordre atomique

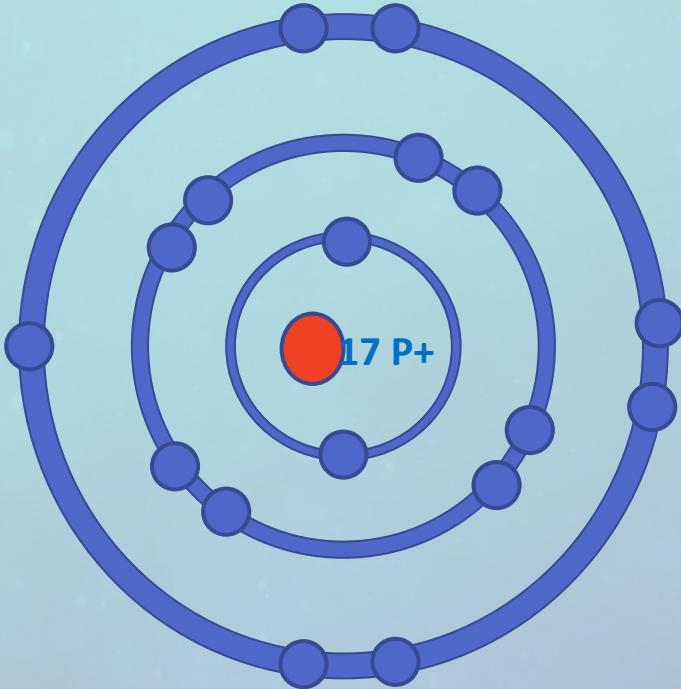
$1824 + 146 = 238$

$Nb \text{ pt } + m$

18 pt ou d'

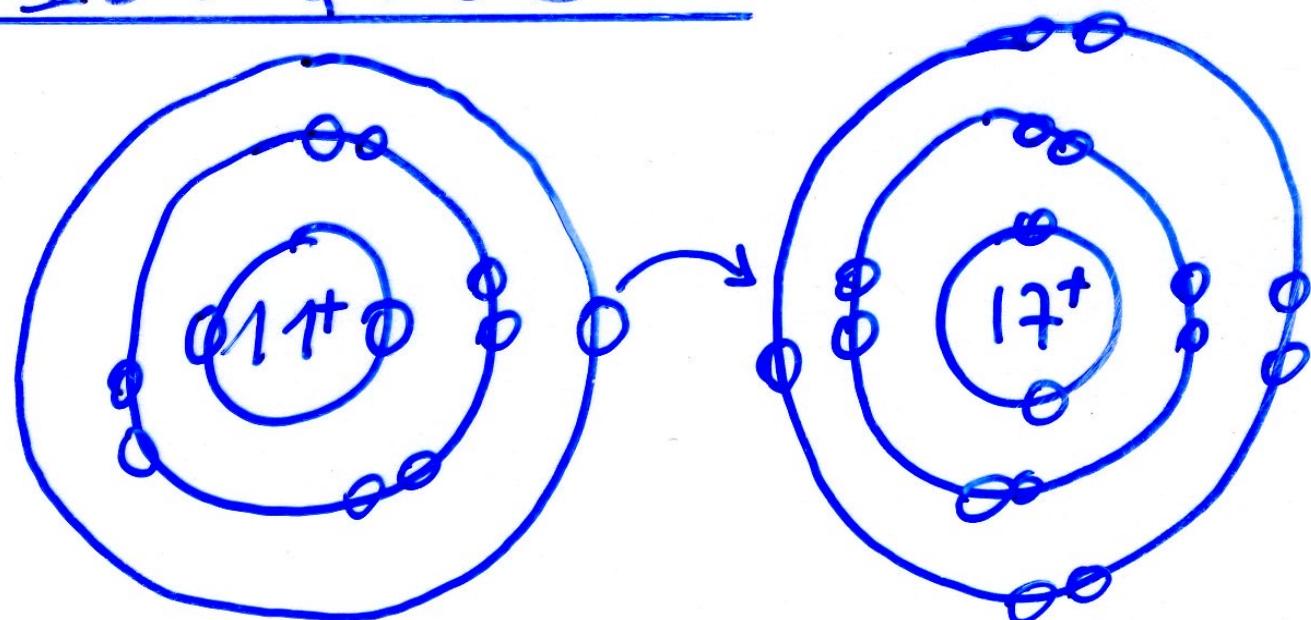
Série des Lanthanides 57 à 71	2 138,91 La Lanthane	2 140,12 Ce Cérium	2 140,907 Pr Praseodimium	2 144,24 Nd Neodymum	2 (147) Pm Prométhium	2 150,35 Sm Samarium	2 151,96 Eu Europium	2 157,25 Gd Gadolinium	2 158,924 Tb Terbium	2 162,5 Dy Dysprosium	2 164,93 Ho Holmium	2 167,26 Er Erbium	2 168,934 Tm Thulium	2 173,54 Yb Ytterbium	2 174,97 Lu Lutétium
Série des Actinides 89 à 103	2 (227) Ac Actinium	2 232,038 Th Thorium	2 (231) Pa Protactinium	2 238,04 U Uranium	2 (237) Np Neptunium	2 (242) Pu Plutonium	2 (243) Am Americium	2 (247) Cm Curium	2 (247) Bk Berkelium	2 (251) Cf Californium	2 (254) Es Einsteinium	2 (253) Fm Fermium	2 (256) Md Mendelevium	2 (254) No Néodyme	2 (257) Lw Lawrencium

Éléments artificiels fabriqués par l'Homme

Cl_{17}^- \bar{e} **ION** Cl_{17}

LIAISONS CHIMIQUES

1. IONIQUES \Rightarrow composé ionique



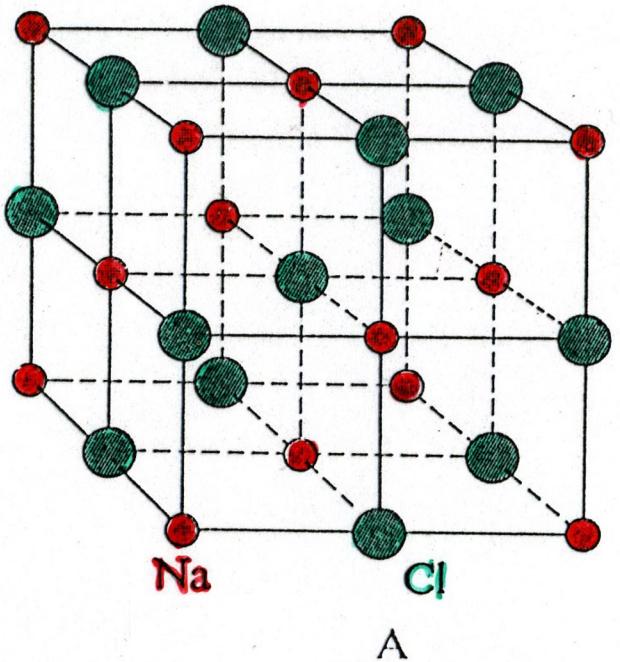
Na
métallique

+

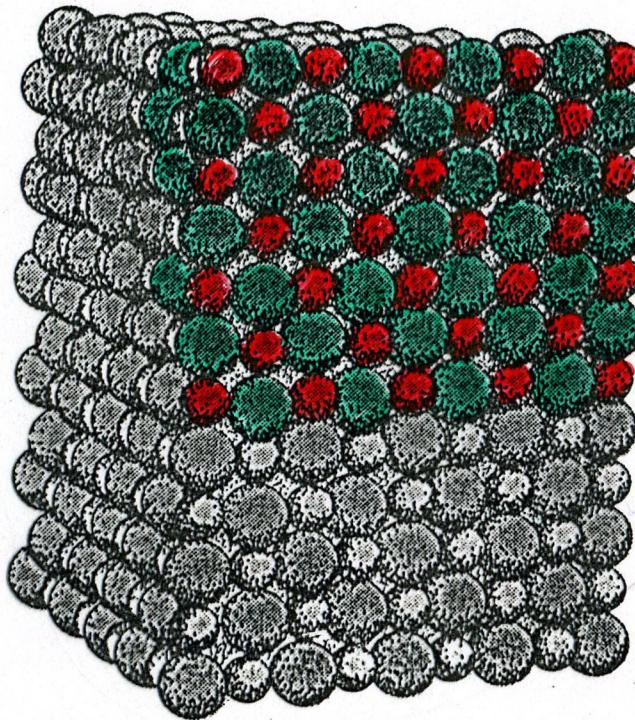
cl
non métallique

Chaque ion Na^+
est dispersé à distance
égale de 6 ions cl^- , et
chaque un de ceux-ci à égale
distance de ses ions Na^+
 \Rightarrow cristal de NaCl

Structure cristallographique de NaCl



A

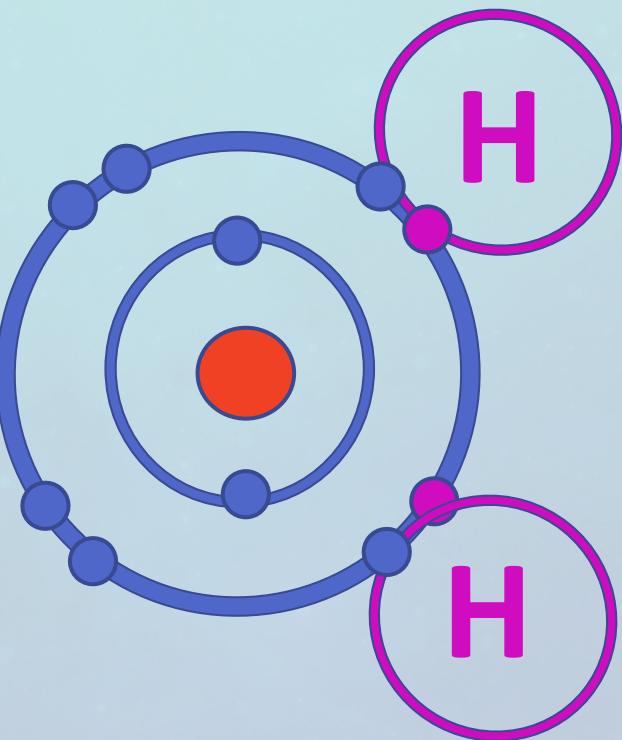


B

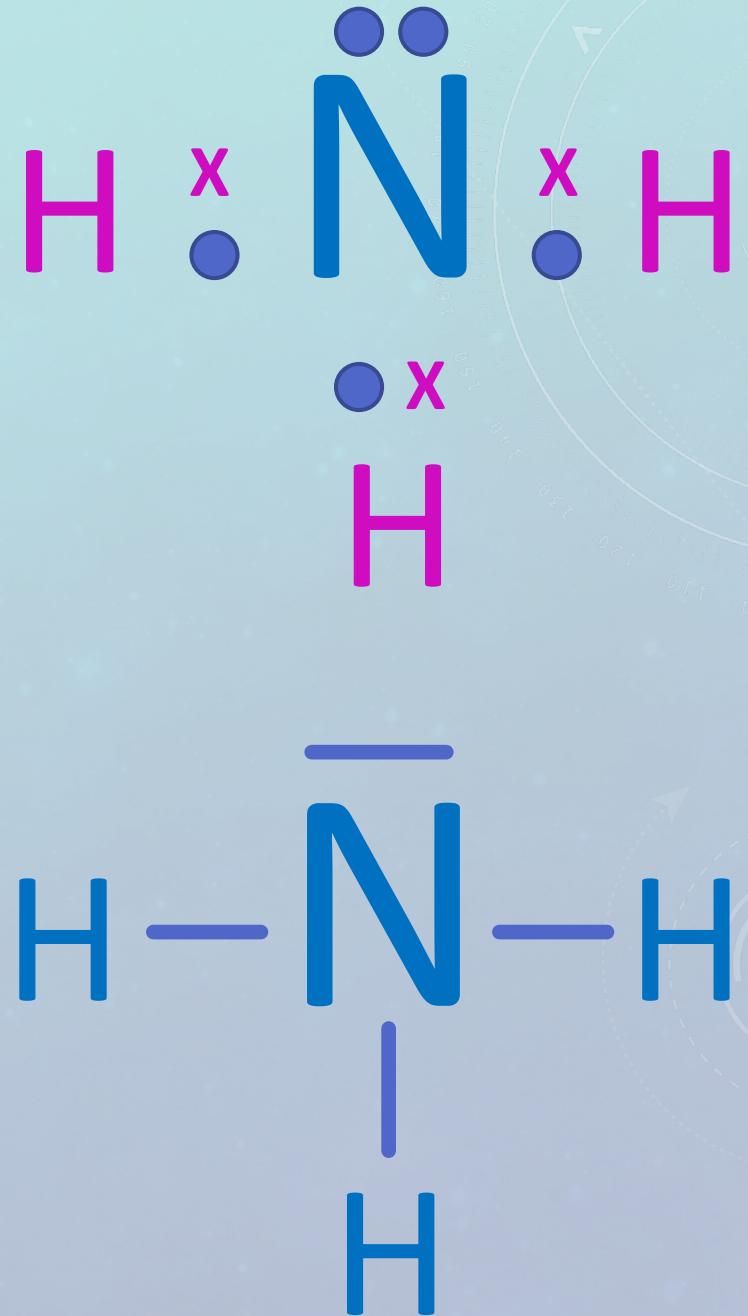
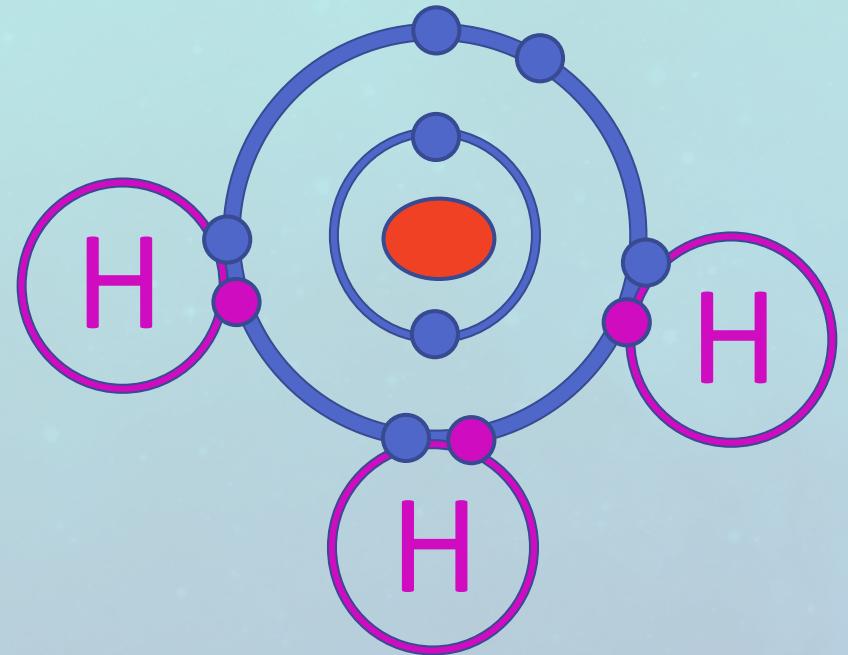
FIGURE 16.1 Structure cristallographique de NaCl A. Modèle « éclaté » B. Modèle compact

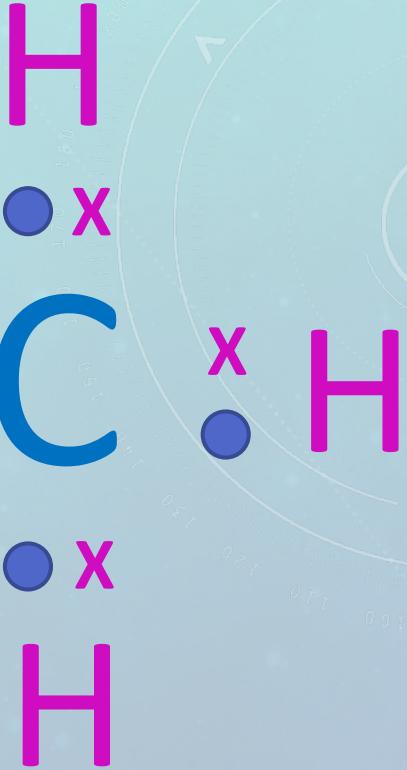
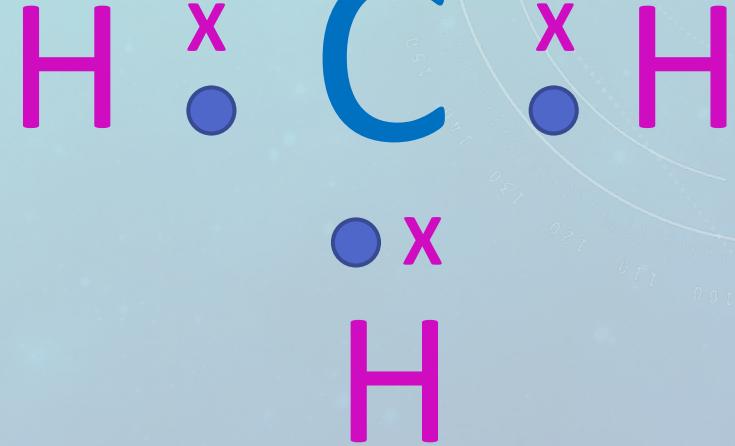
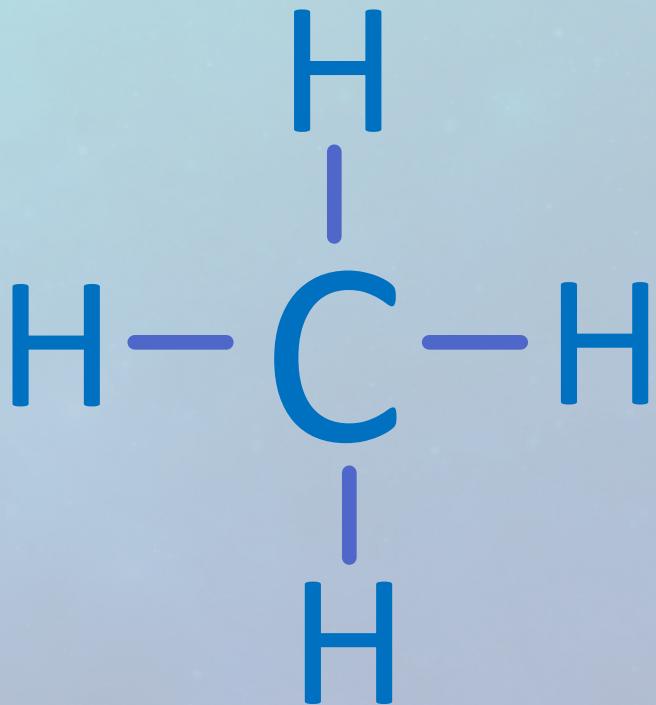
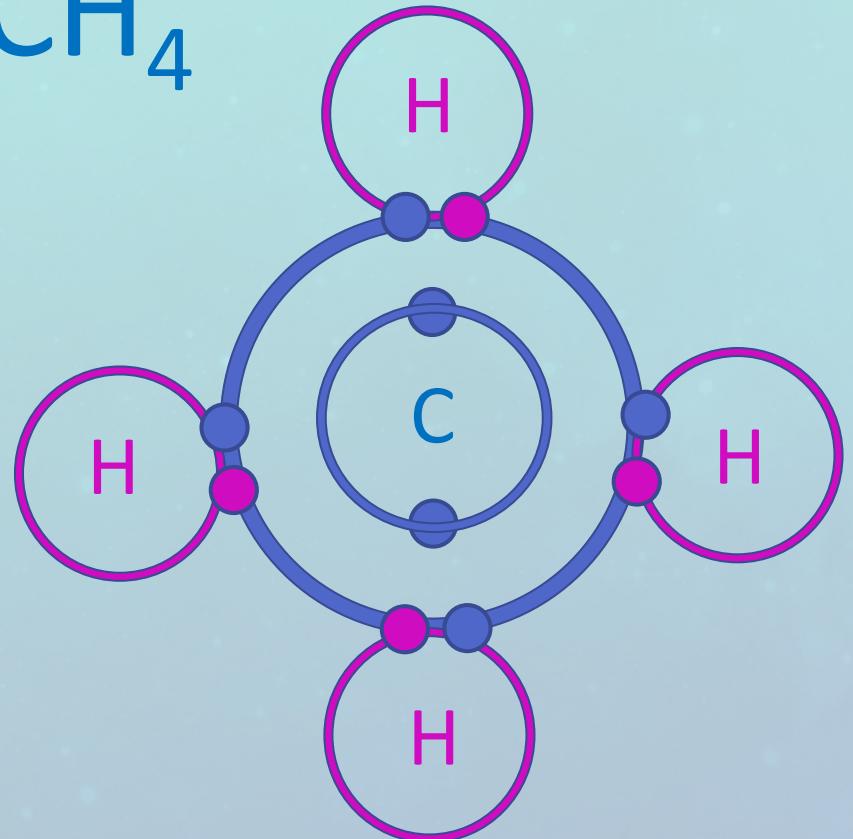
LIAISON COVALENTE

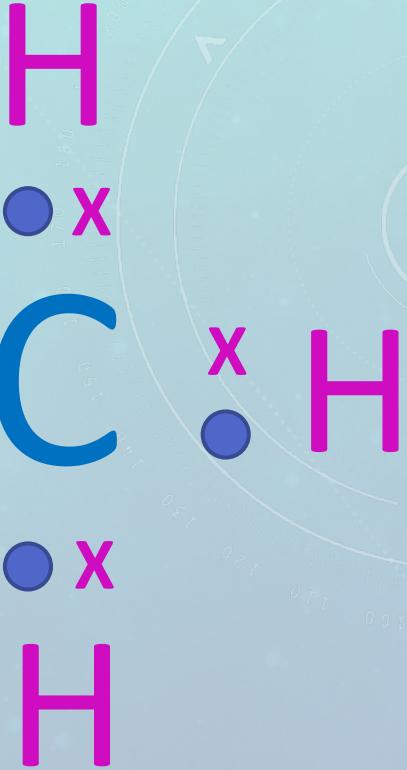
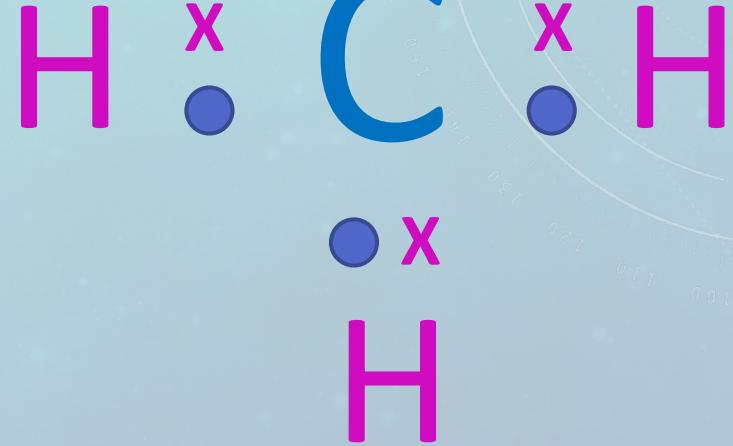
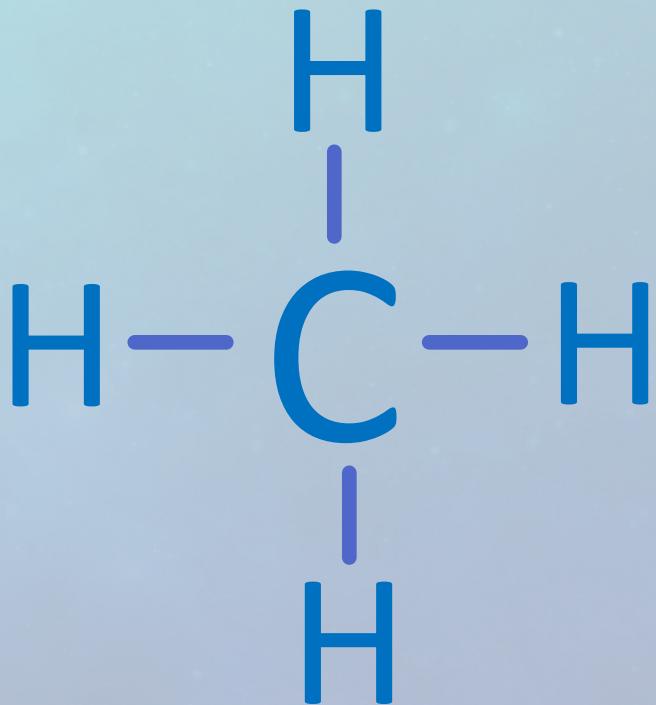
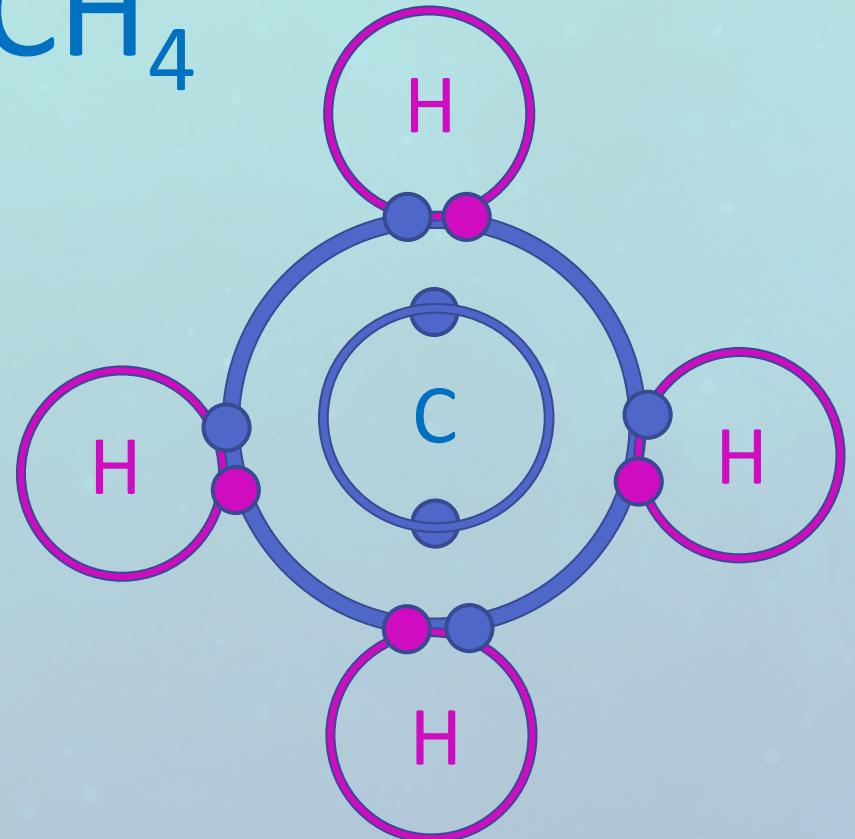
H_2O



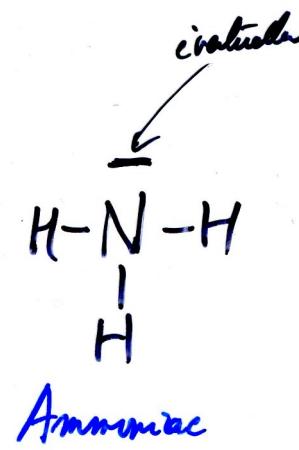
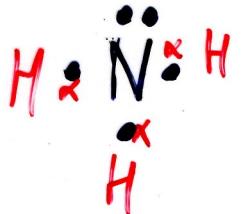
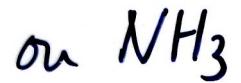
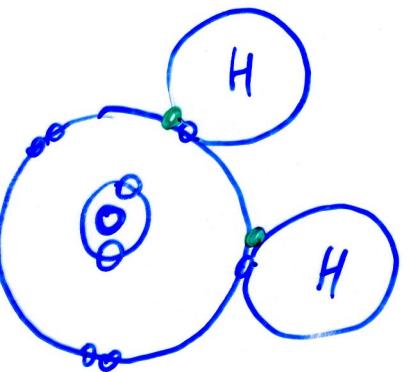
NH₃





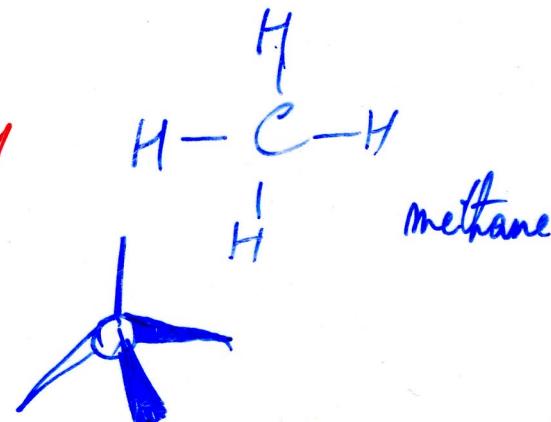
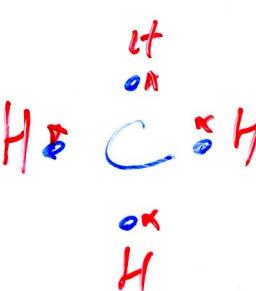
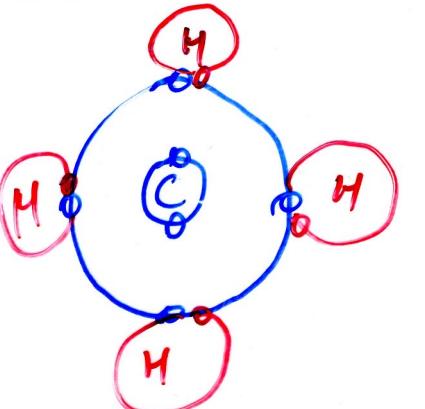


2. COVALENTE (partage en commun d'e) \Rightarrow MOLECULES



É de la couche de valence: la + carbone

CARBONE \rightarrow CH_4



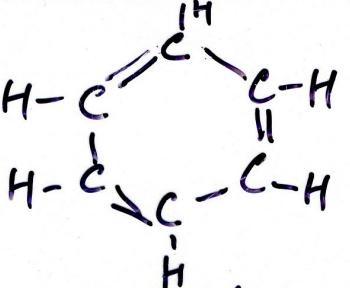
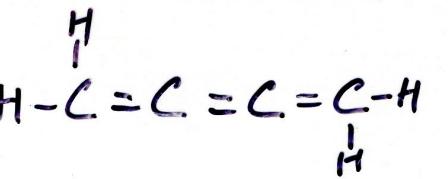
ΔC_{14} Covalentes: partage en commun d'e: aff



Pourquoi le Carbone a-t-il été favorisé par le vivant ?

Pourquoi pas le Silicium, bien plus abondant sur terre ?

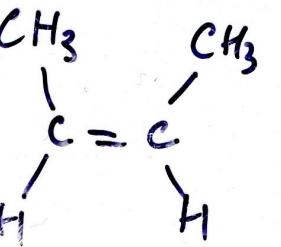
LES COMPOSÉS ORGANIQUES : MOLECULES



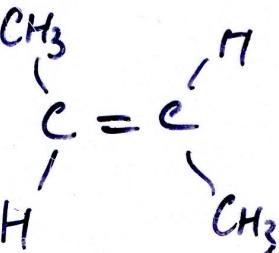
ISOMÈRES : propriétés chimiques \neq



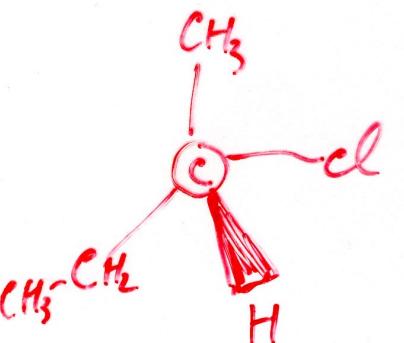
Position cis



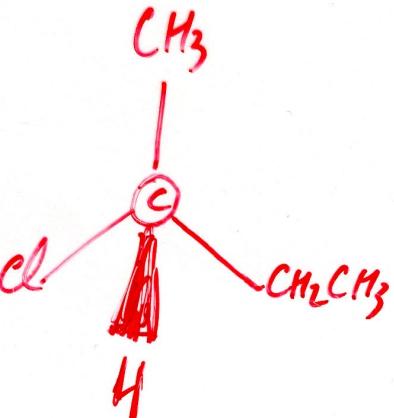
Position trans



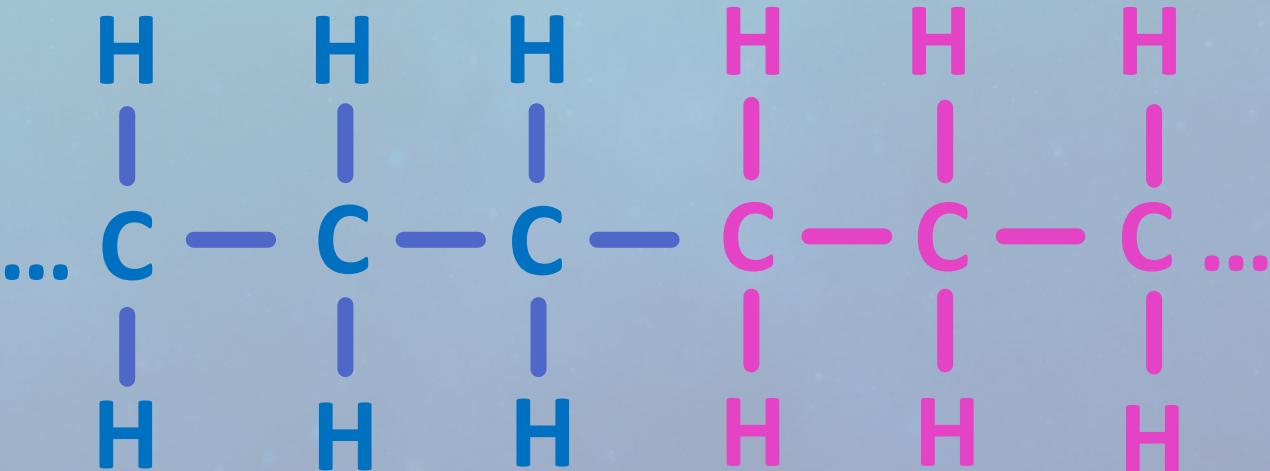
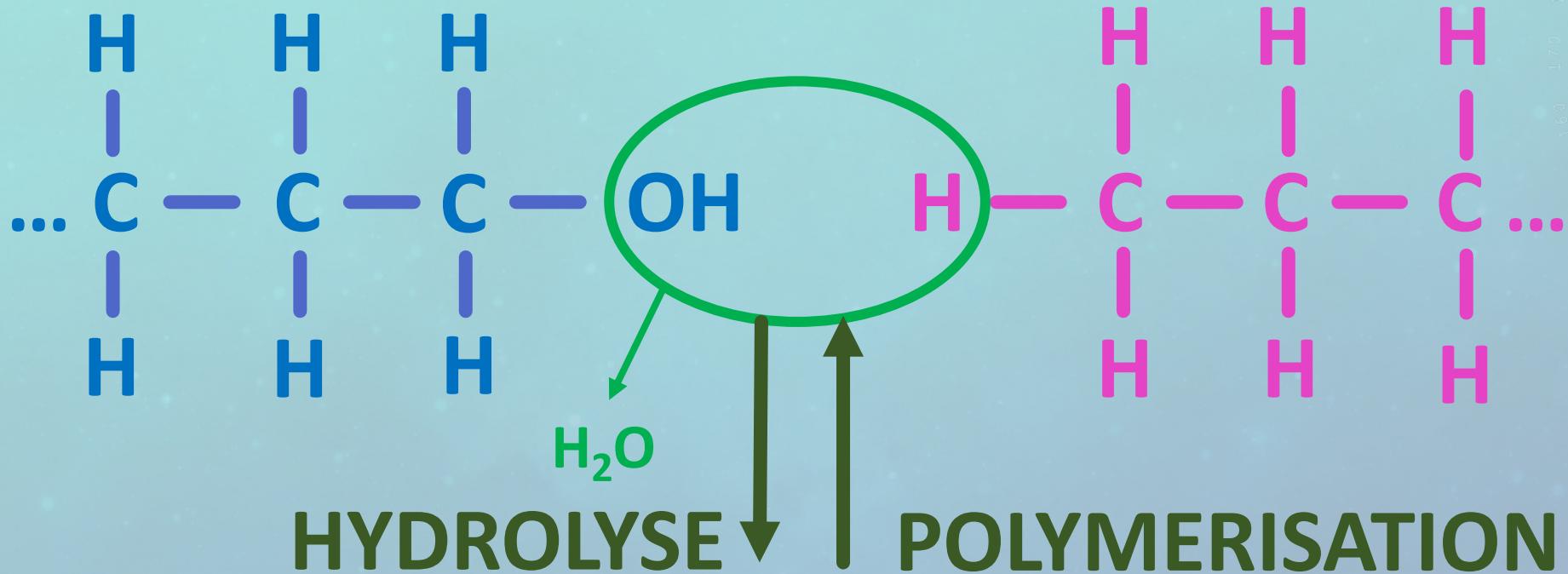
Disposition chirale



Minor

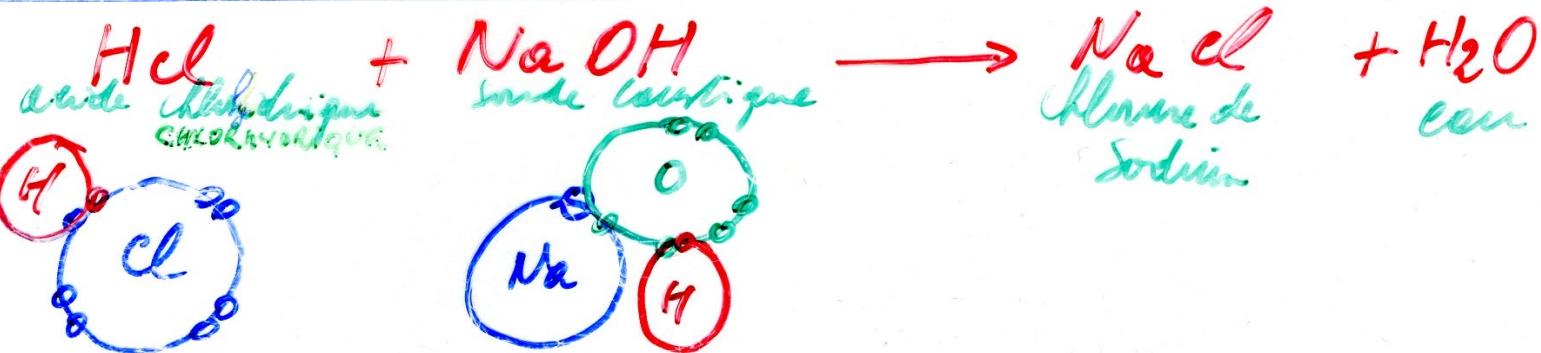


POLYMERES



REACTIONS CHIMIQUES (amalgame de 2 substances nouvelle substance aussi nommée produit)

I. ECHANGE D'IONS (en solution dans l'eau)



OXYDOREDUCTION

- $\text{RH}_2 + \text{O} \rightarrow \text{R} + \text{H}_2\text{O} + \text{E}$
- Réducteur + Oxydant \rightarrow Oxydé + Réduit + E

LIAISONS HYDROGENES

NH.....O
N.....HO



RADICAUX IMPORTANTS

Acide R-COOH

Aldéhyde R-CHO

Cétone R=C=O

Alcool R-CH₂OH

Amine R-NH₂

RADICAUX IMPORTANTS

Fonctions

acide

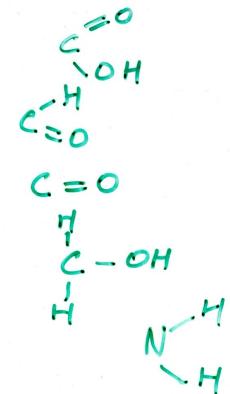
aldehyde

cétone

alcool

amine

Radicaux

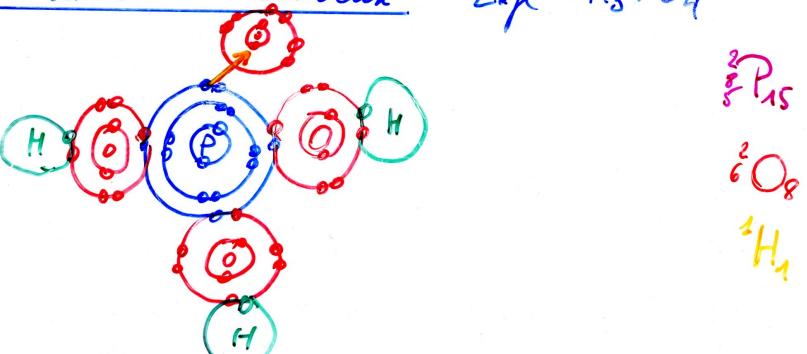


LIASONS PARTICULIÈRES

Liaisons hydrogènes



Liaison de coordination Ex: H_3PO_4



Forces de Van der Waals

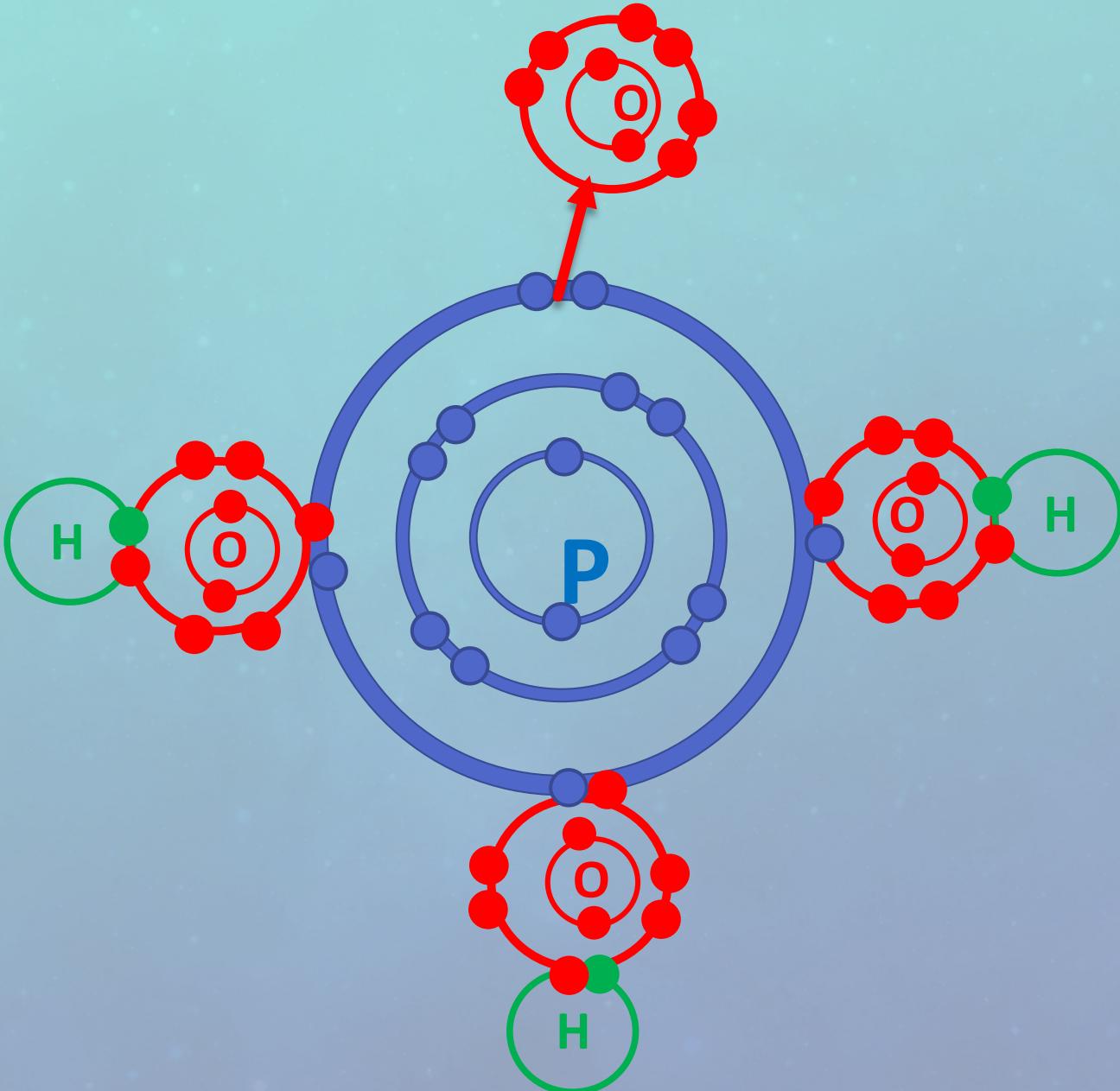
Attractions des atomes, proportionnelle à leur masse.

EXERCICE : REPRESENTER LA MOLECULE SUIVANTE



Pour la répartition des électrons, aidez-vous du tableau des éléments

LIAISON DE COORDINATION



2
8
5
P 15
2
6
O₈
1
H₁

Compositions chimiques du vivant (Corps humain)

Compositions existant aussi dans le monde minéral

eau	66 %	(parfois 98%)
sels	5 %	(chlorure, phosphate, carbonates)

Compositions organiques propres au vivant

sucres	0,5 %
graines	12,5 %
protéines et acides	
nucleiques	16 %
	<hr/>
	100 %

LES SUCRES C, H, O

SUCRES SIMPLES ou OSSES CH₂O

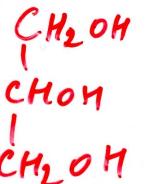
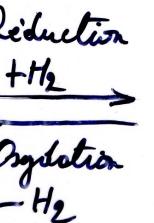
TRIOSES C₃H₆O₃



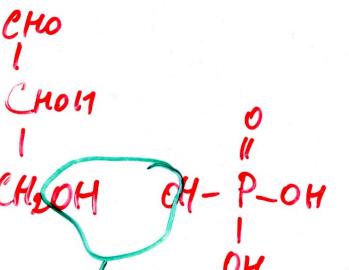
D
vivant



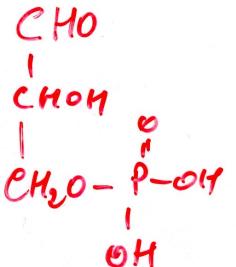
GLYCERALDEHYDE L



GLYCÉROL



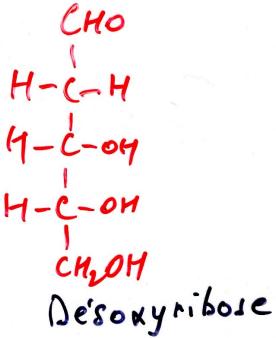
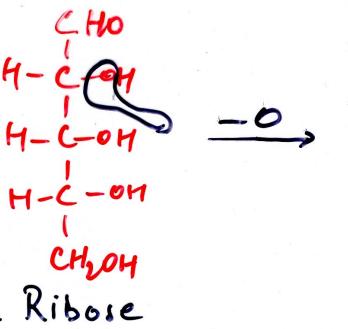
H_2O
alphaaldehyde



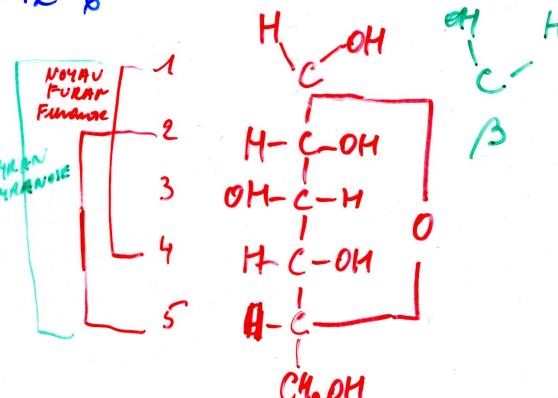
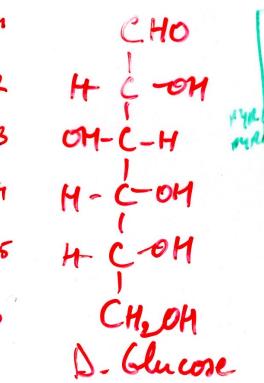
phosphoglyceraldehyde

TETROSES $C_4H_8O_4$

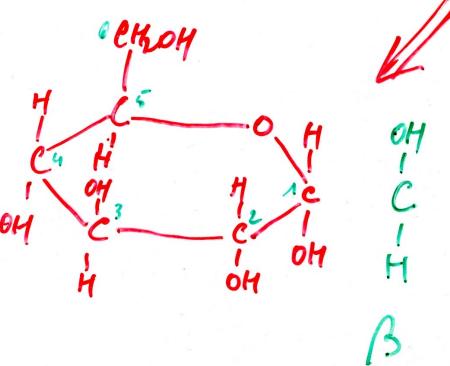
PENTOSES $C_5H_{10}O_5$



HEXOSES $C_6H_{12}O_6$

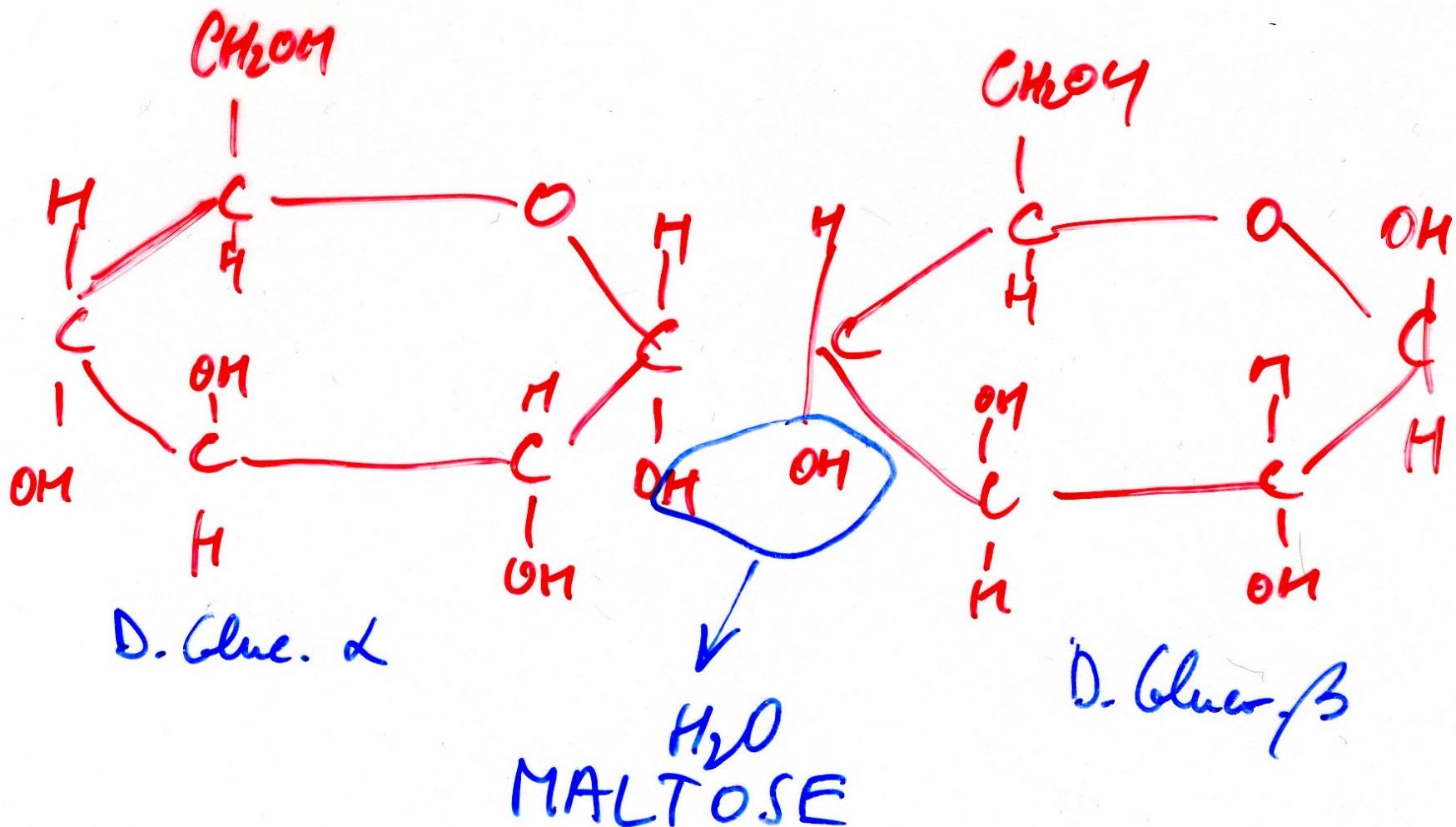


D. Glucopyranose



SUCRES COMPLEXES : OSIDES

$n(C_6H_{12}O_6)-(n-1)H_2O$



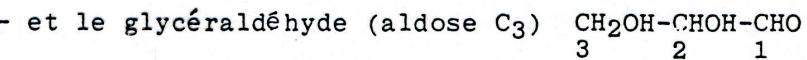
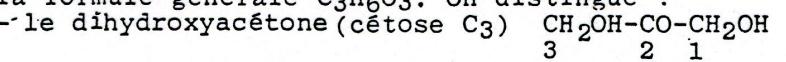
LES SUCRES OU GLUCIDES

Les sucres sont des combinaisons de C, H, O. Ce sont les combustibles par excellence. On distingue les sucres simples, de PM modéré, et les sucres complexes, hauts polymères de PM très élevé.

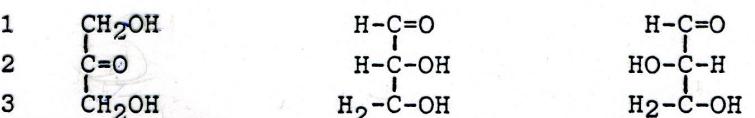
1. Les sucres simples ou OSSES

Ils répondent à la formule générale CH_2O , et sont classés selon le nombre d'atomes de carbone et la structure spatiale de la molécule. On distingue ainsi les oses à fonction aldéhyde (-CHO) ou aldoses et ceux à fonction cétone (-CO) ou cétooses.

a. Les TRIOSES contiennent trois atomes de carbone et ont donc la formule générale $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$. On distingue :



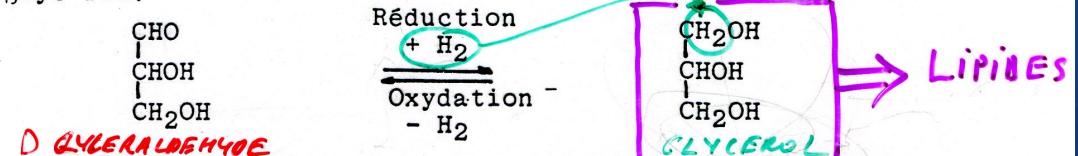
Les formules de structure s'écrivent :



Dihydroxyacétone D Glycéraldéhyde L.

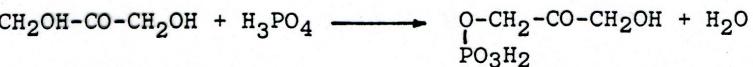
Il faut noter que le glycéraldéhyde peut se présenter sous deux variétés optiques : la variété dextrogyre (qui fait tourner le plan de polarisation de la lumière vers la droite) et la variété levogyre (qui le fait tourner à gauche). Les sucres biologiques dérivent tous de la série Dextrogyre D. C'est la disposition des atomes sur l'avant-dernier carbone qui détermine l'appartenance D.

La réduction du glycéraldéhyde donne un alcool, le glycerol.



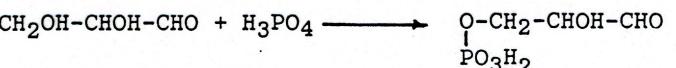
Les trioses sont très importants car sous leur forme phosphorée après association avec une molécule d'acide phosphorique H_3PO_4 , ils sont très réactogènes et se révèlent des plaques tournantes vers la synthèse des sucres plus complexes, des graisses, des acides aminés et protéines, des acides nucléiques.

Ce sont :



Dihydroxyacétone

Phosphodihydroxyacétone

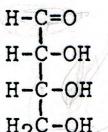


Glycéraldéhyde

Phosphoglycéraldéhyde

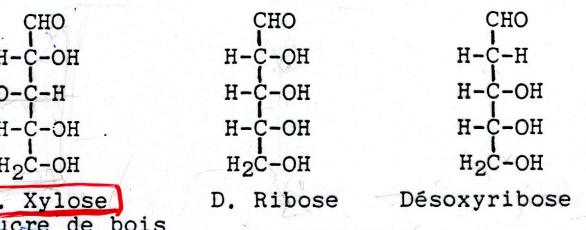
b. Les TETROSES (C_4) : $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$

A partir des Tetroses, le nombre théorique d'isomères optiques est donné par la formule 2^n où n est le nombre d'atomes de carbone asymétriques entre les 2 carbones terminaux.
Le tetrose le plus connu est le D-Erythrose.



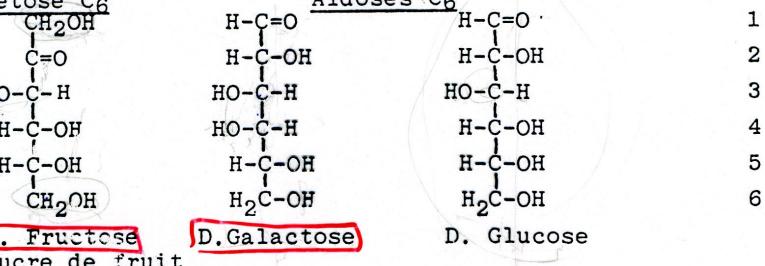
c. Les PENTOSES (C_5) : $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$

n° carbone
1
2
3
4
5



d. Les HEXOSES (C_6) : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

Cétose C₆ Aldoses C₆

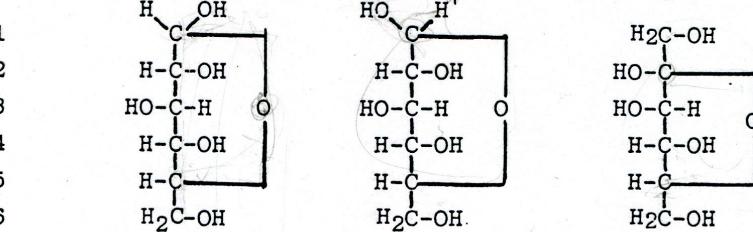


En solution comme sous forme cristallisée, les oses à $\text{C} > 4$ se présentent non seulement sous forme de molécules en chaîne, par exemple :



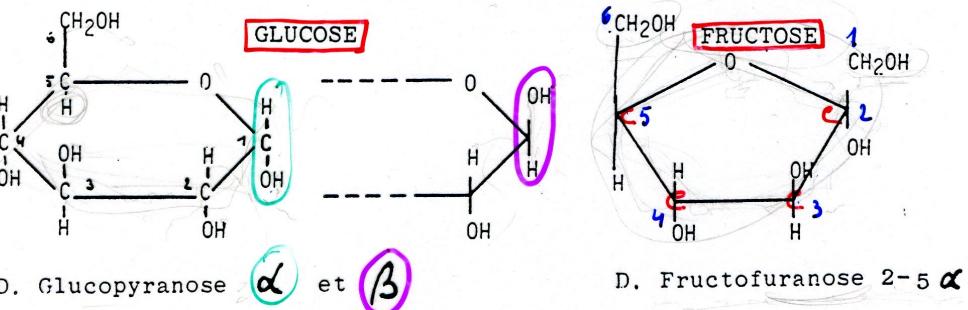
mais aussi sous forme cyclisée, un atome d'oxygène joignant les atomes de carbones 1-4 ou 2-5 (noyau furan \rightarrow furanose) et 1-5 (noyau pyran \rightarrow pyranose). Mais, du fait de la position relative des groupements -H et -OH sur le C₁, ces sucres peuvent exister

sous deux variétés optiques α et β . Ainsi, le glucose :



D.Glucopyranose / D.Glucopyranose β D. Fructofuranose 2-5

Conventionnellement, les noyaux pyranose et furanose sont représentés en perspective, sous forme d'un polygone dont les pointes sont les carbones, tandis que les groupements -H et -OH sont représentés au-dessus ou en-dessous de ce plan.



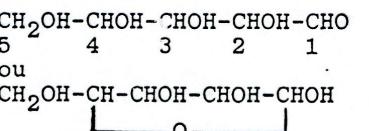
D. Glucopyranose

α et β

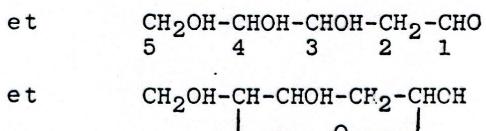
D. Fructofuranose 2-5 α

Les pentoses subissent également cette cyclisation; leur importance vient de ce que c'est sous cette forme qu'ils interviennent dans l'architecture des grosses molécules qui sont le siège des caractères héréditaires, les acides nucléiques. Leur formule s'écrit donc aussi respectivement :

RIBOSE



DESOXYRIBOSE



2. Les sucres complexes : osides ou holosides

Ils sont formés par la polymérisation, avec perte à frais commun d'une molécule d'eau, de monomères en C₅ ou C₆. Les poids moléculaires sont donc plus considérables. Ils répondent à la formule générale

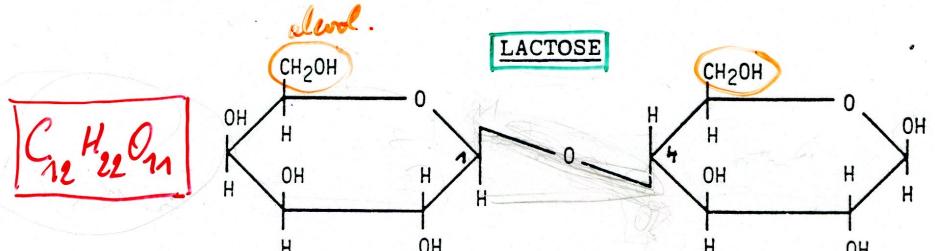
$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) - (n-1)\text{H}_2\text{O}$$

a. Les diholosides ou disaccharides sont formés par la soudure de deux monomères avec perte d'une molécule d'eau. Ils ont la formule $C_{12}H_{22}O_{11}$ et ont un poids moléculaire de 342. Il en existe plusieurs isomères, qui se distinguent par la nature des monomères et le mode de soudure. Citons :

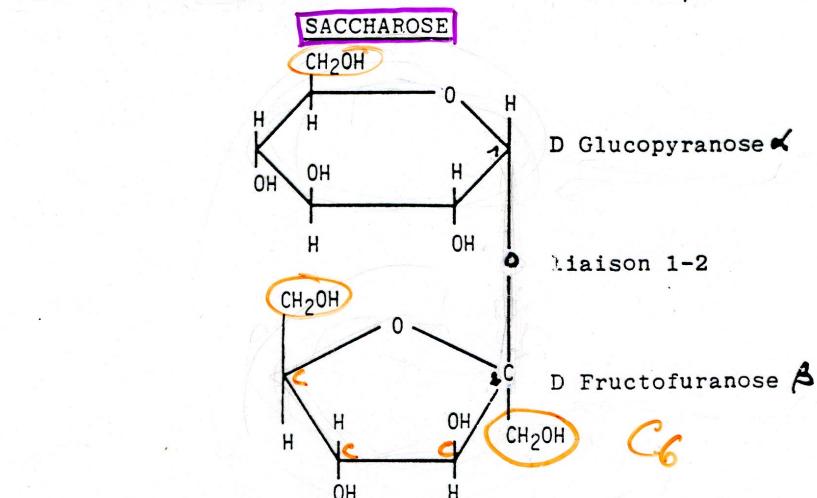
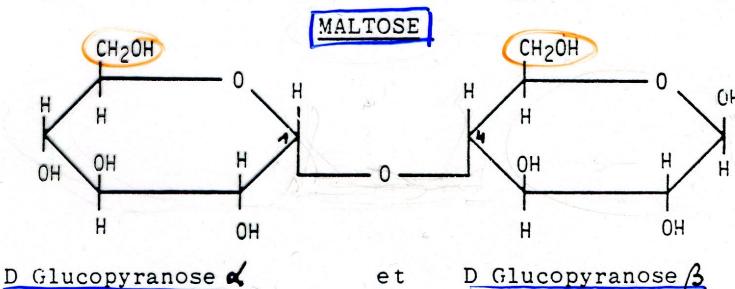
- (a) le lactose ou sucre de lait : galactose + glucose
- (b) le maltose : glucose + glucose
- (c) Le saccharose ou sucre : glucose + fructose

*LAIT
orge gami
butteuse
camembert*

dont les formules de structure sont données ci-dessous :



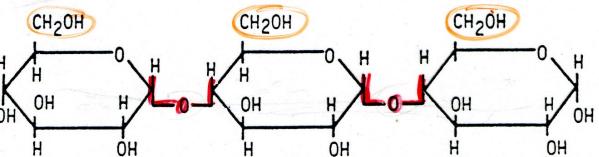
D Galactopyranose 1- β et D Glucopyranose 1- β



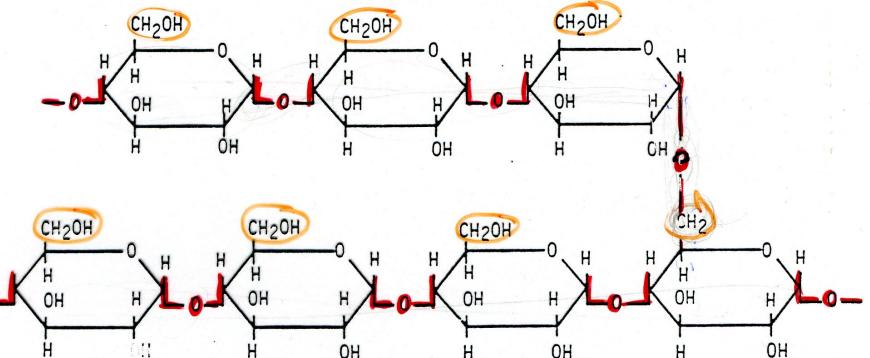
b. Les polysaccharides sont de grosses molécules aux PM considérables provenant de la polymérisation d'un nombre élevé de monomères. Ce sont des sucres de réserve (amidon chez les végétaux; glycogène chez les animaux) mais ils interviennent aussi comme éléments architecturaux de soutien ou de protection (cellulose des plantes; chitine des insectes). Leur structure est répétitive et monotone.

Exemples :

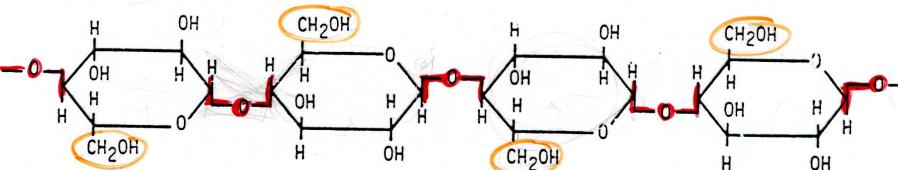
(a) L'AMIDON : polymérisation du D.Glucose α par soudure 1-4



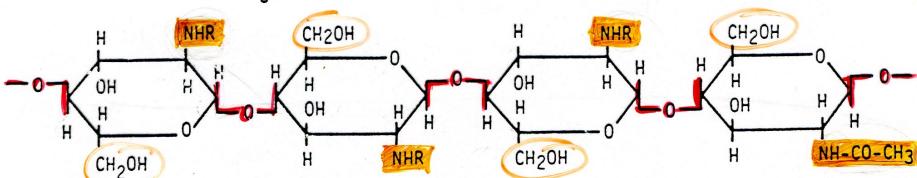
(b) Le GLYCOGENE : chaînes de D.Glucose α 1-4 ramifiées par soudure 1-6



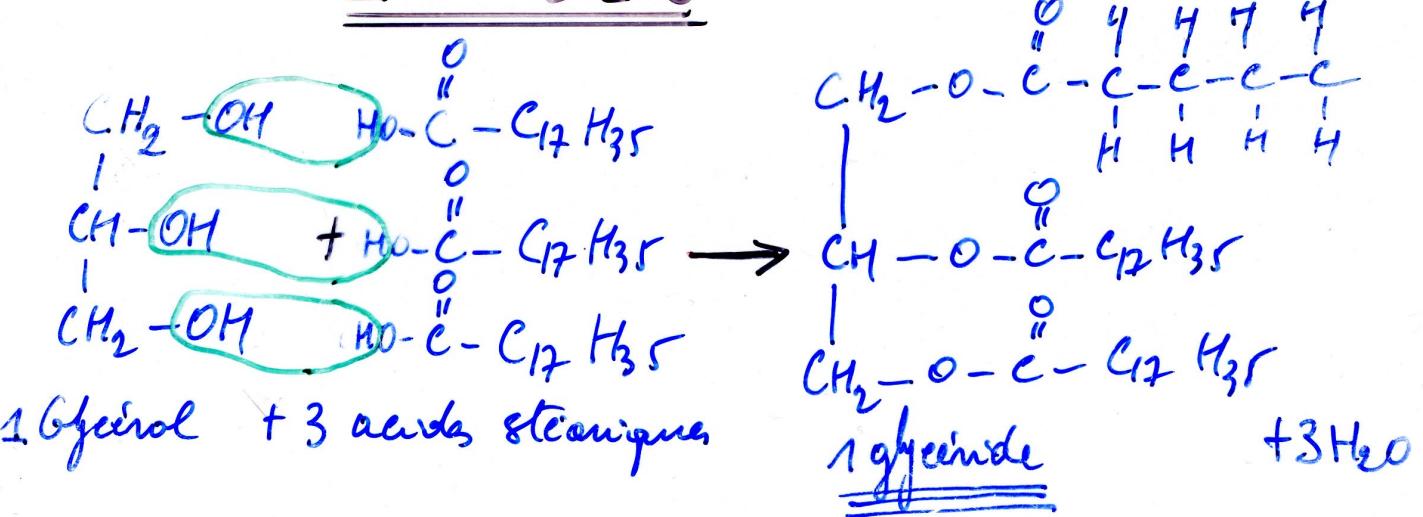
(c) La CELLULOSE est un polymère de D.Glucopyranose β en liaison 1-4



(d) La CHITINE est un polymère en 1-4 de D.Glucopyranosamine β où un O est remplacé par un N porteur d'un radical acétyle $-NH-CO-CH_3$.



LIPIDES C₆H₁₀O



Acides gras insaturés

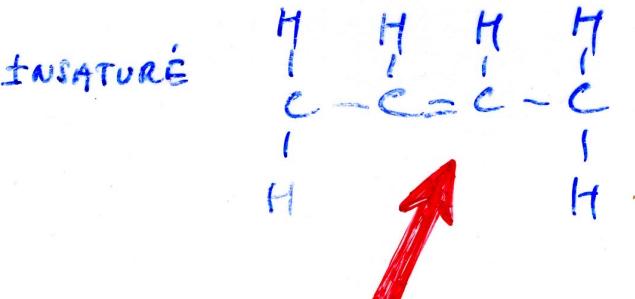
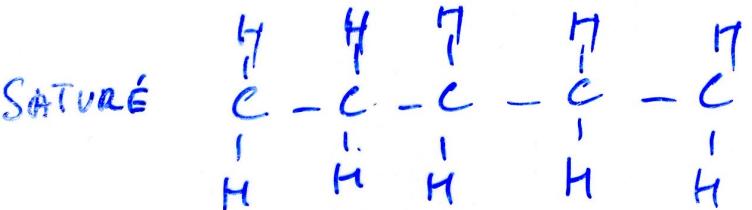
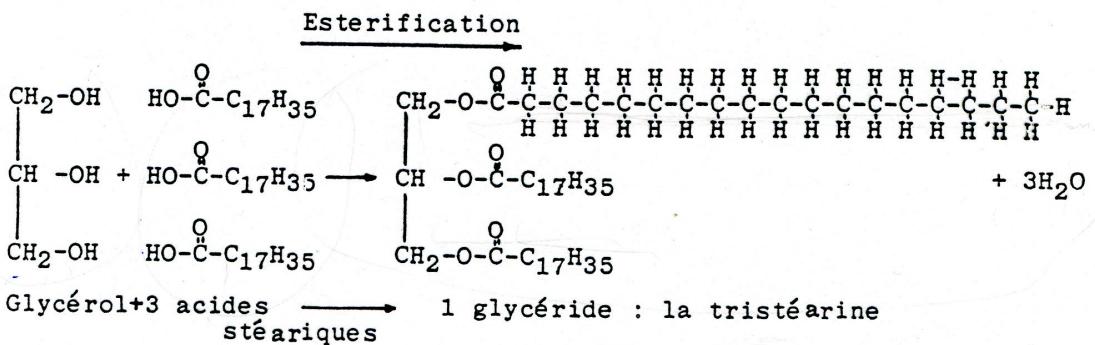


Fig.2.1. Formation d'un lipide



Hydrolyse par Enzyme

Fig.2.2. La trioleine est un acide gras insaturé

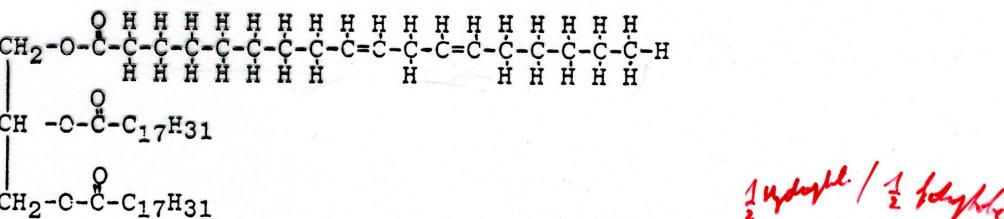
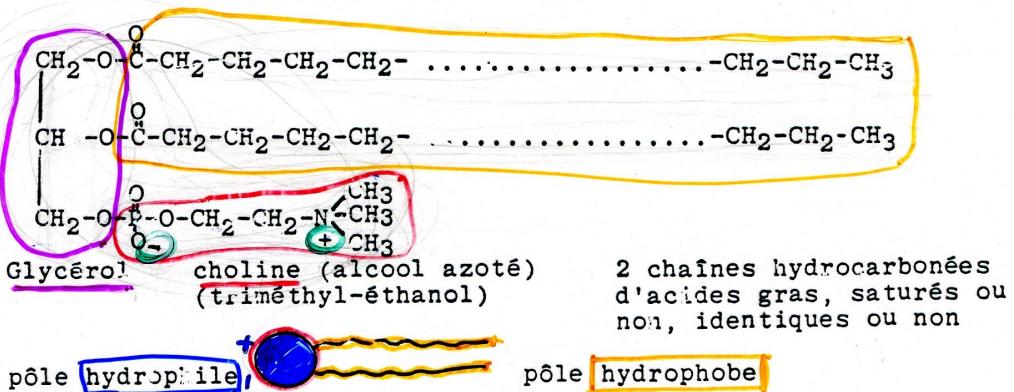
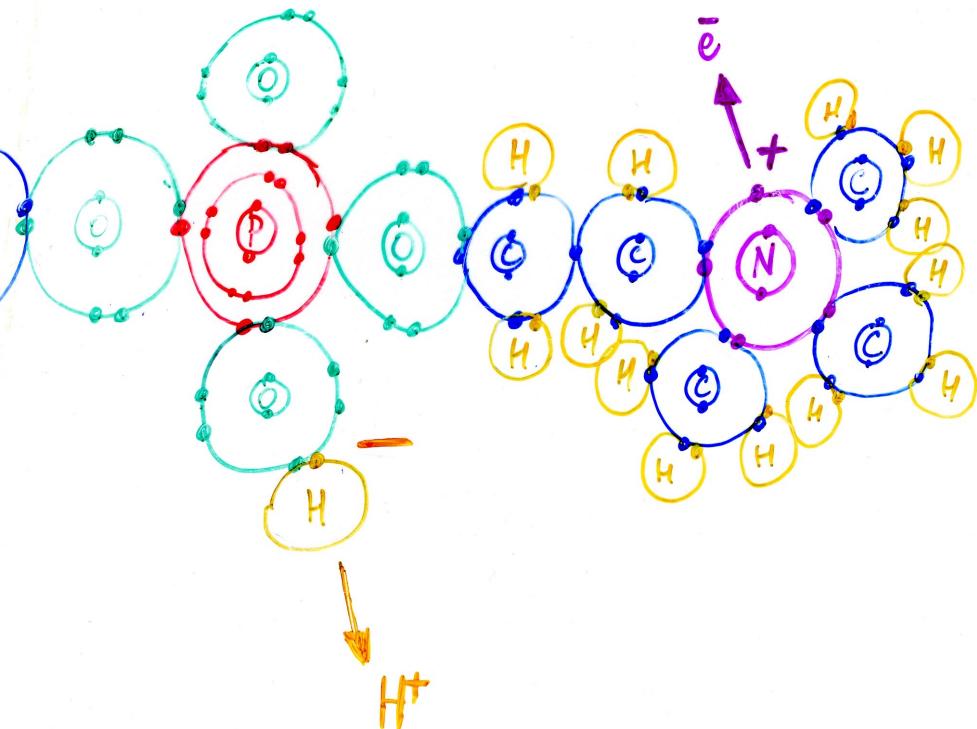
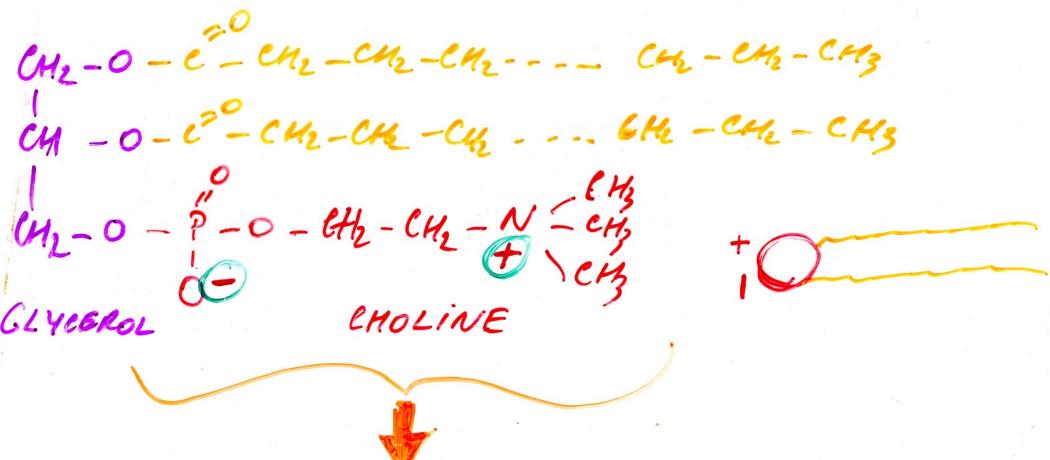


Fig.2.3. Un phospholipide (lécithine) est une molécule amphiphile à double affinité, hydrophile et hydrophobe



Représentation schématique

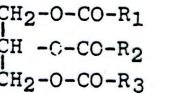
UN PHOSPHOLIPIDE



LES LIPIDES OU GRAISSES

Les lipides simples sont des combinaisons de C, H, O. De plus complexes, comme les Phospholipides, contiennent aussi du P ou de l'N. Contrairement aux sucres, où le rapport du nombre d'atomes d'H et d'O est de 2 à 1, ils contiennent beaucoup plus d'hydrogène que d'oxygène. Les lipides sont donc moins oxydés que les sucres et contiennent de ce fait le double d'énergie potentielle. Ce sont donc d'excellents combustibles. Du fait de leur encombrement toutefois, ce sont surtout des combustibles de réserve.

Un lipide provient de la combinaison, appelée estérfication, d'un ou plusieurs groupements -OH d'un alcool avec autant de groupements -COOH d'acides gras à longue chaîne carbonée (un nombre paire d'atomes de C, de 4 à 24) avec perte à frais commun d'une molécule d'eau par liaison; il en résulte un ester ou un polyester; les glycérides par exemple proviennent de l'estérfication du glycerol par un ou plusieurs acides gras, identiques ou différents; ils répondent à la formule générale suivante, où les chaînes carbonées R₁R₂R₃, saturées ou non, peuvent être identiques ou différentes (voir aussi fig.2.1 et 2.2).

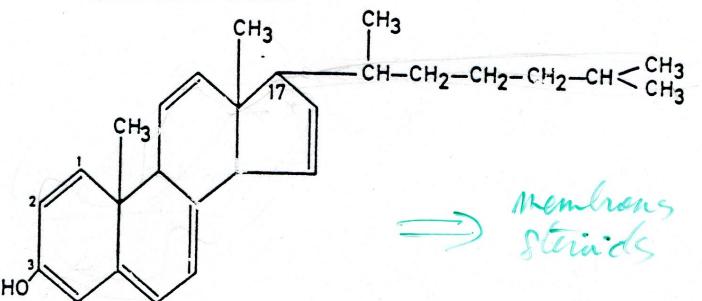


Ces lipides ne sont pas miscibles avec l'eau. Les phospholipides toutefois, où un des acides gras est remplacé par une molécule phosphorée, présentent une tête (ou un pôle) hydrophile et de longues queues (ou pôle) hydrophobes. Ces molécules à double affinité sont dites amphiphiles; elles interviennent dans l'architecture des membranes biologiques, et leur disposition spatiale y dépend de cette double affinité (fig.2.3).

Le cholestérol, dérivé d'un noyau sterol à 17 C (alcool polycyclique aromatique) se comporte de même.

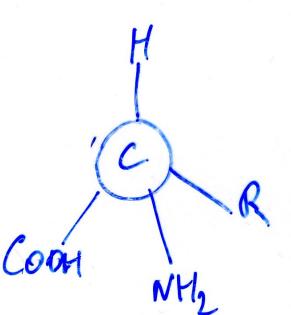
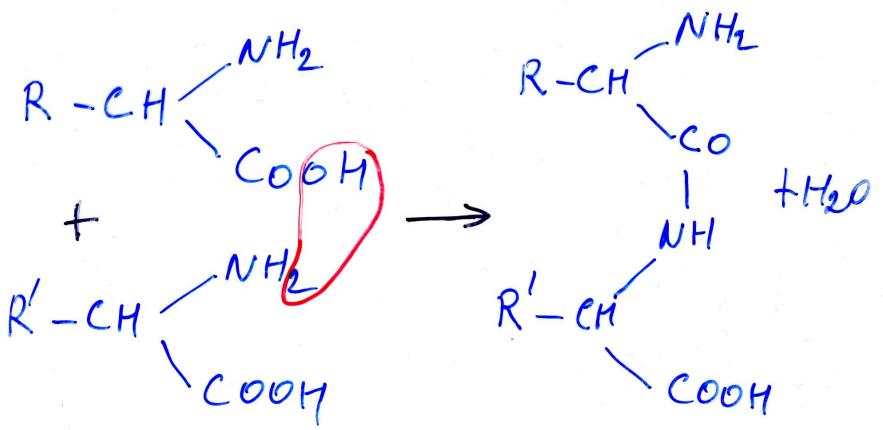
Les graisses, qui constituent les réserves, et servent aussi à la protection mécanique et thermique, sont des mélanges de lipides.

Le cholestérol



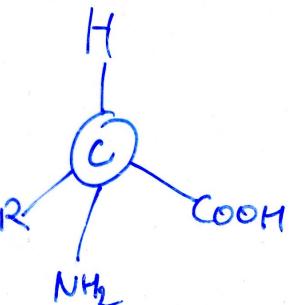
PROTEINES C, H, O, N, P, S

Formule



L

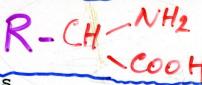
VIVANT



D

polypeptide: ≤ 50 A.A.
protein: > 50 A.A.

Tableau n° 2.3. Les vingt acides aminés universels



31.

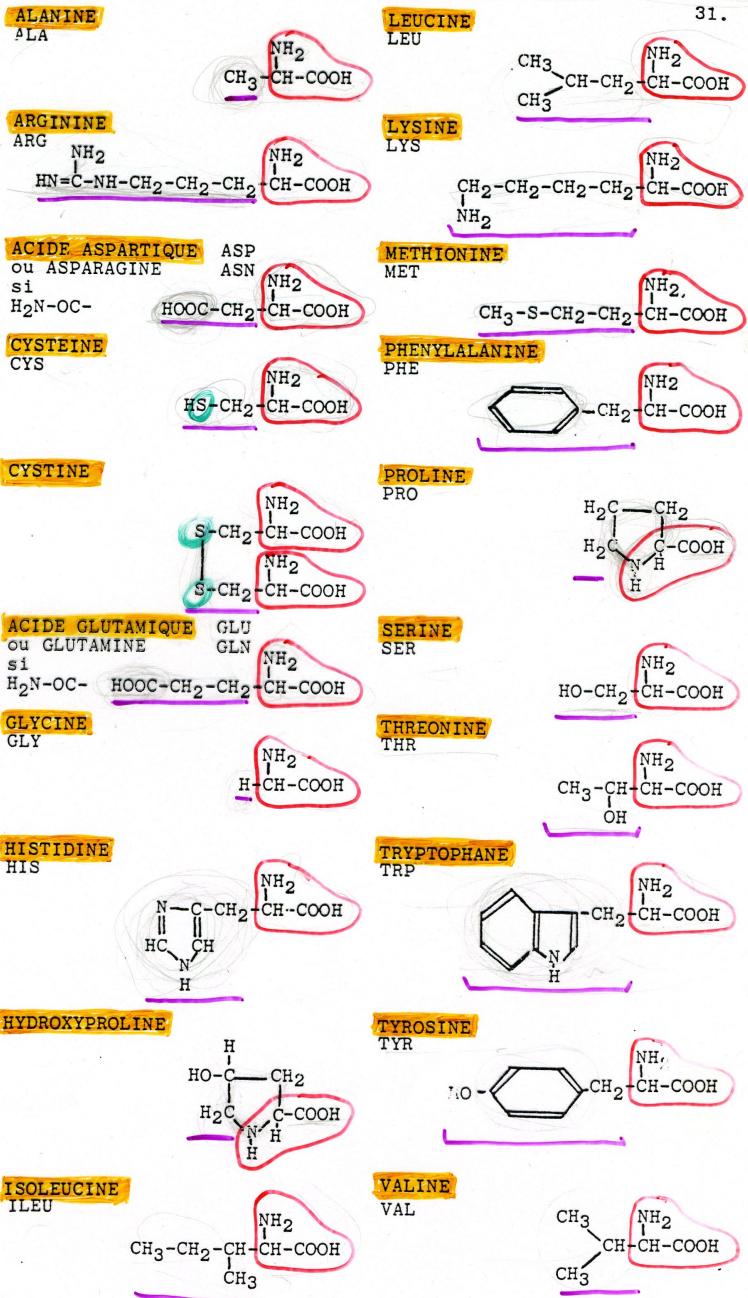
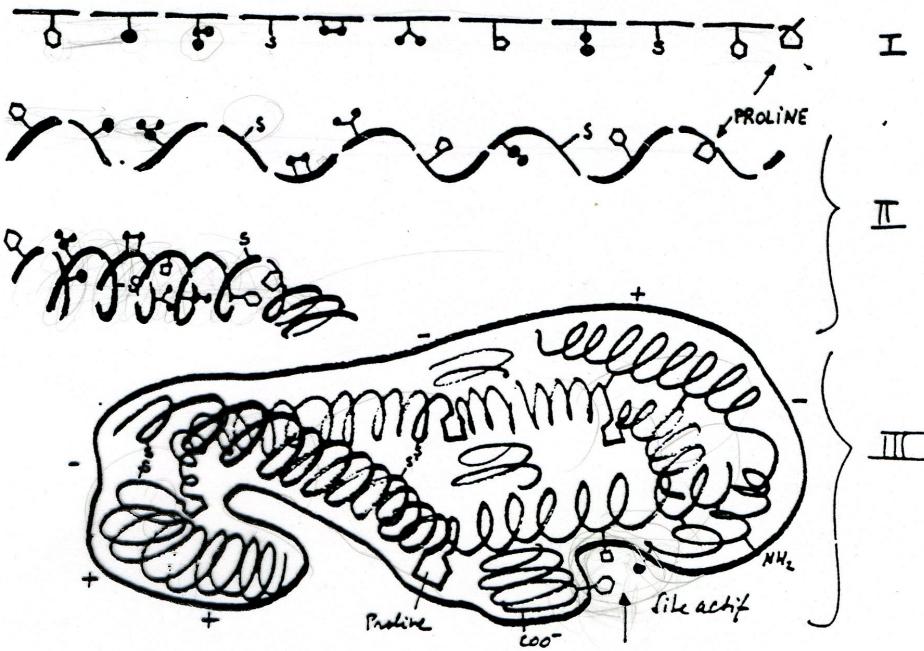


Fig. 2.5. Conformations primaire (ordre séquentiel spécifique et intangible des acides aminés); secondaire (enroulement en hélice) et tertiaire (déterminant, en fonction de I et II, la conformation globulaire).



Selon la nature des radicaux qui hérissent la surface de la protéine globulaire, celle-ci se révèle, selon les endroits, électro-positive ou négative, acide ou basique, hydrophile ou hydrophobe... Au premier chef, ces propriétés finales sont déterminées par l'ordre séquentiel. Mais les propriétés de l'ensemble, notamment les possibilités de catalyse en un site actif, dépendent de la forme finale. La dénaturation des protéines par certains agents chimiques et physiques, par chauffage notamment, qui désorganisent la structure tertiaire, inactive les enzymes, élimine les propriétés dues à la structure tridimensionnelle, sans pour autant toucher ni changer la structure séquentielle.

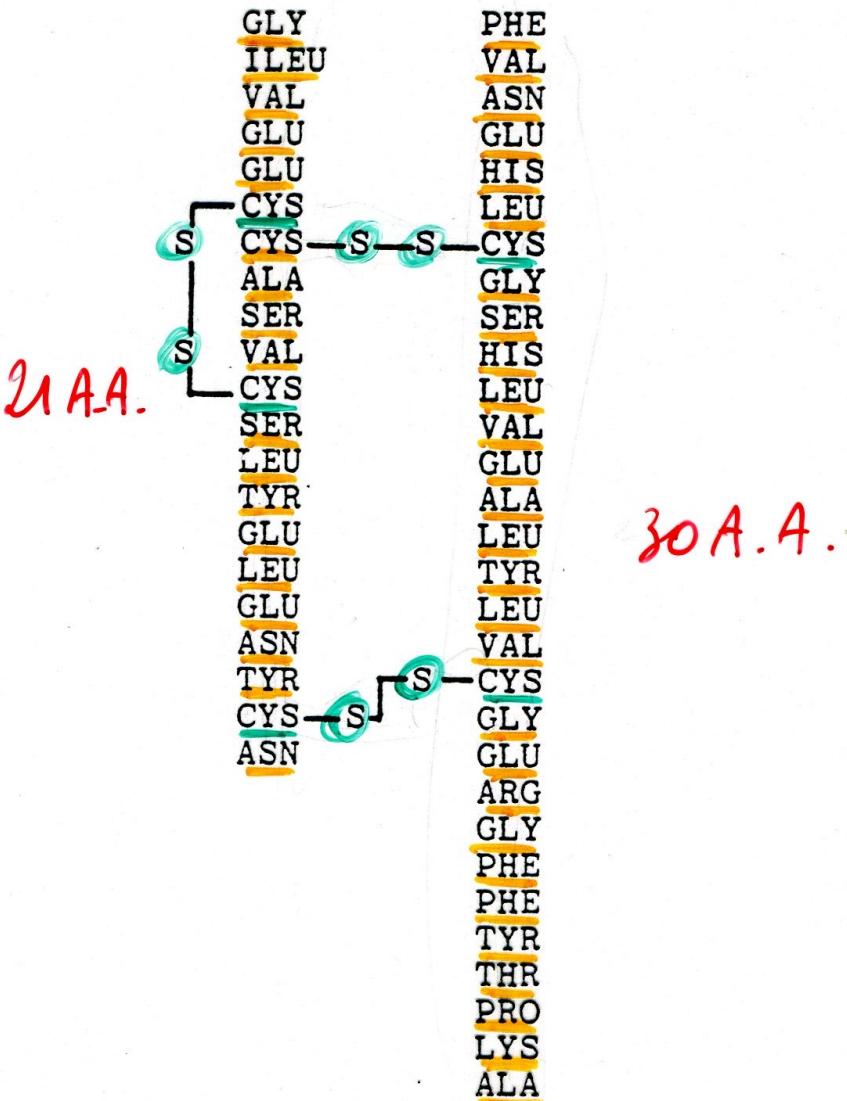
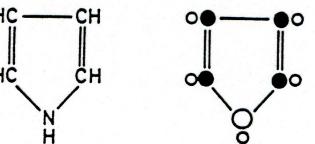


Fig. 2.4. L'insuline consiste en deux chaînes de polypeptides, l'une de 21 acides aminés, l'autre de 30 acides aminés unies entre elles par des ponts di-sulfures, à partir des cystéines.



Noyau pyrrole
à la base de la formation
des Porphyrines

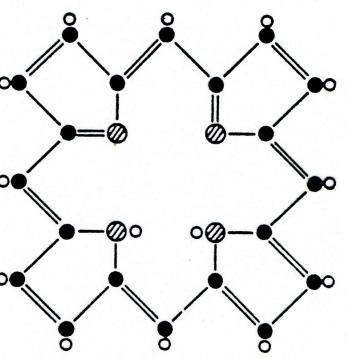
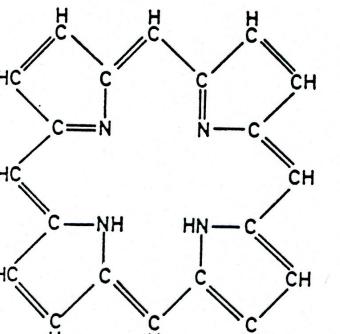
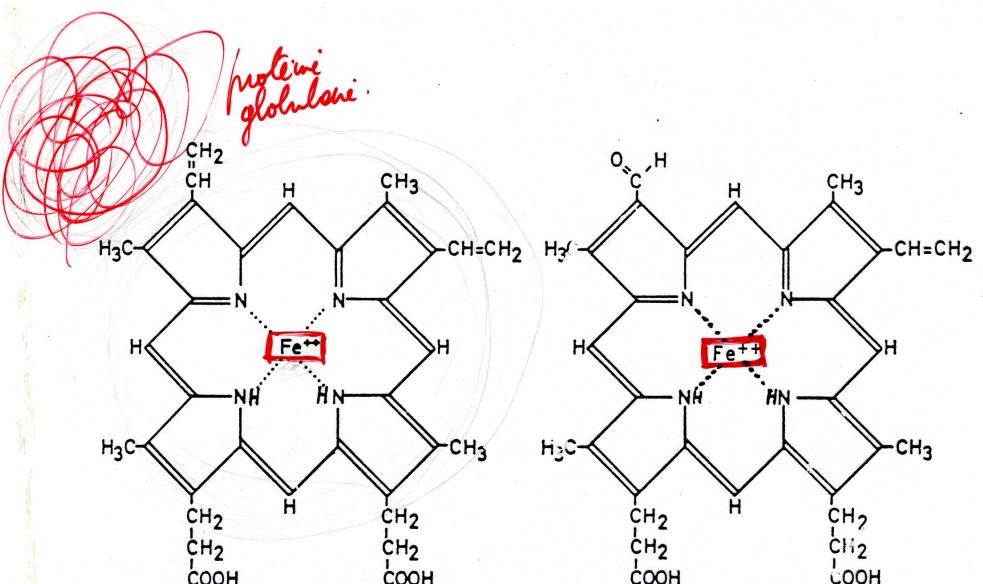


Fig. 2.6. Schéma de base des molécules du groupe
des porphyrines



Hème à la base de l'hémoglobine
Pigment respiratoire des Vertébrés

Hème à la base de la chlorocruorine
Pigment respiratoire des Annélides

Fig. 2.7. La protéine est liée au métal par l'intermédiaire d'une autre structure
(groupement prosthétique).

Tableau - Principaux neurotransmetteurs

Acides aminés	Amines	Peptides
Acide γ -aminobutyrique (GABA)	Acétylcholine (ACh)	Cholécystokinine (CCK)
Glutamate (Glu)	Dopamine (DA)	Dynorphine
Glycine (Gly)	Adrénaline	Enképhalines (Enk)
	Histamine	N-acétylaspartyl-glutamate (NAAG)
	Noradrénaline (NA)	Neuropeptide Y
	Sérotonine (5-HT)	Somatostatine
		Substance P
		Hormone thyroïdienne
		Polypeptide intestinal vasoactif (VIP)

ACIDES NUCLEIQUES

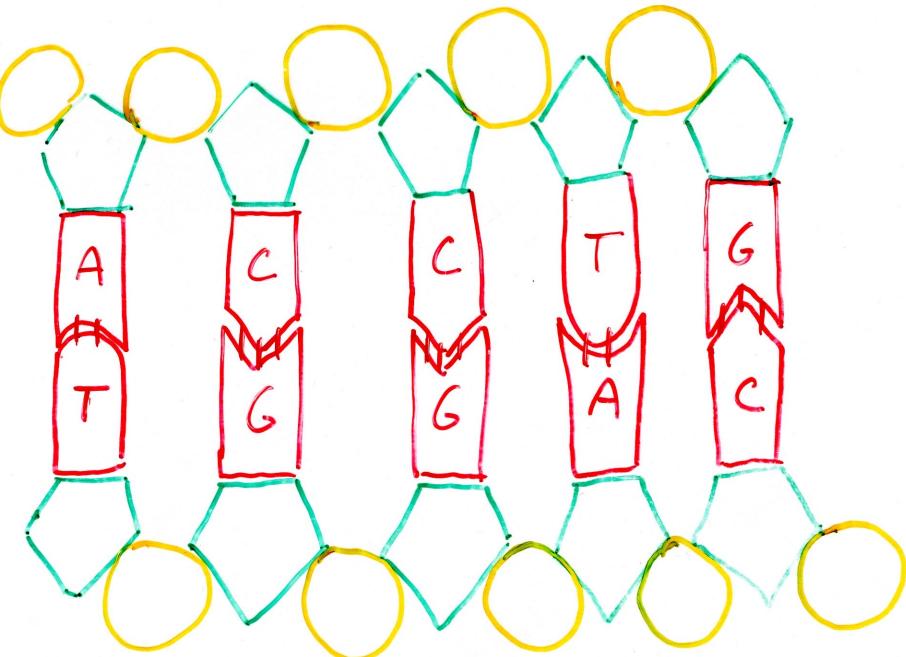
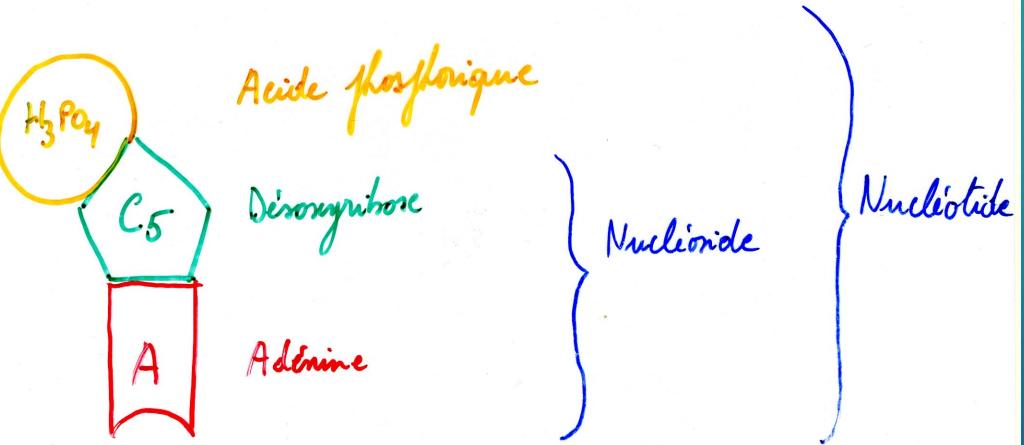


Fig. 2.8. Constitution d'un nucléotide : L'adénosine monophosphate
Une base (l'adénine) et un sucre (le désoxyribose) forment un nucléoside (l'adénosine).
Le nucléoside et l'acide phosphorique forment un nucléotide (l'adénosine monophosphate).

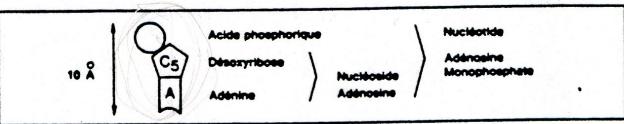


Fig. 2.9. Constitution d'un polynucléotide
Les sucres des nucléotides successifs sont unis par l'intermédiaire des molécules d'acide phosphorique.

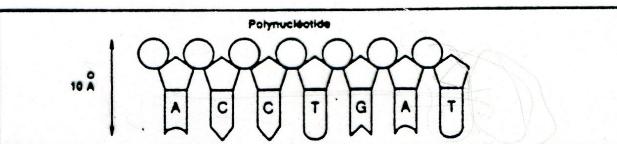


Fig. 2.10. Schéma de la disposition des molécules dans l'acide désoxyribonucléique (ADN).
Les bases ont la propriété de s'unir deux à deux : l'adénine avec la thymine et la cytosine avec la guanine.
Chaque base d'un brin de polynucléotide est associée à la base complémentaire du brin complémentaire.

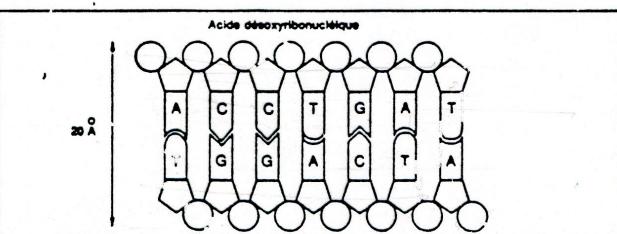
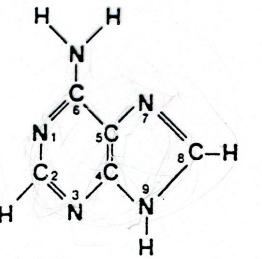
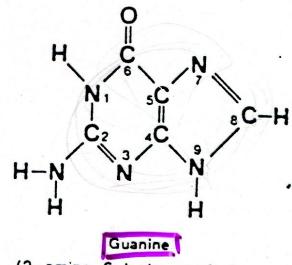


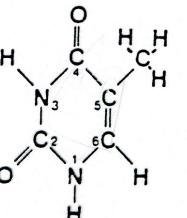
Fig.2.11. Les constituants des acides nucléiques



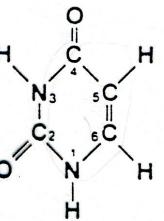
Adénine
(6-aminopurine)



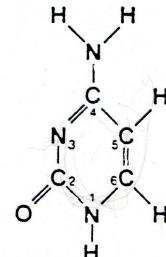
Guanine
(2-amino-6-hydroxypurine)



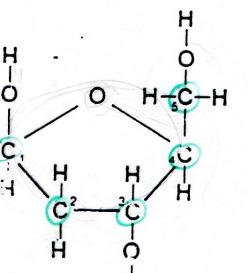
Thymine
(2,4-dihydroxy-5-méthylpyrimidine)



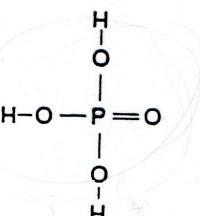
Cytosine
(2-hydroxy-4-aminopyrimidine)



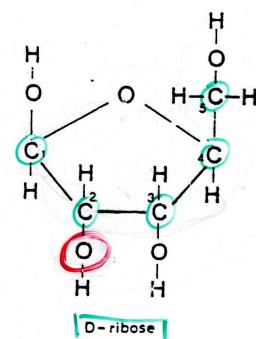
Uracile
(2,4-dihydroxypyrimidine)



Désoxyribose

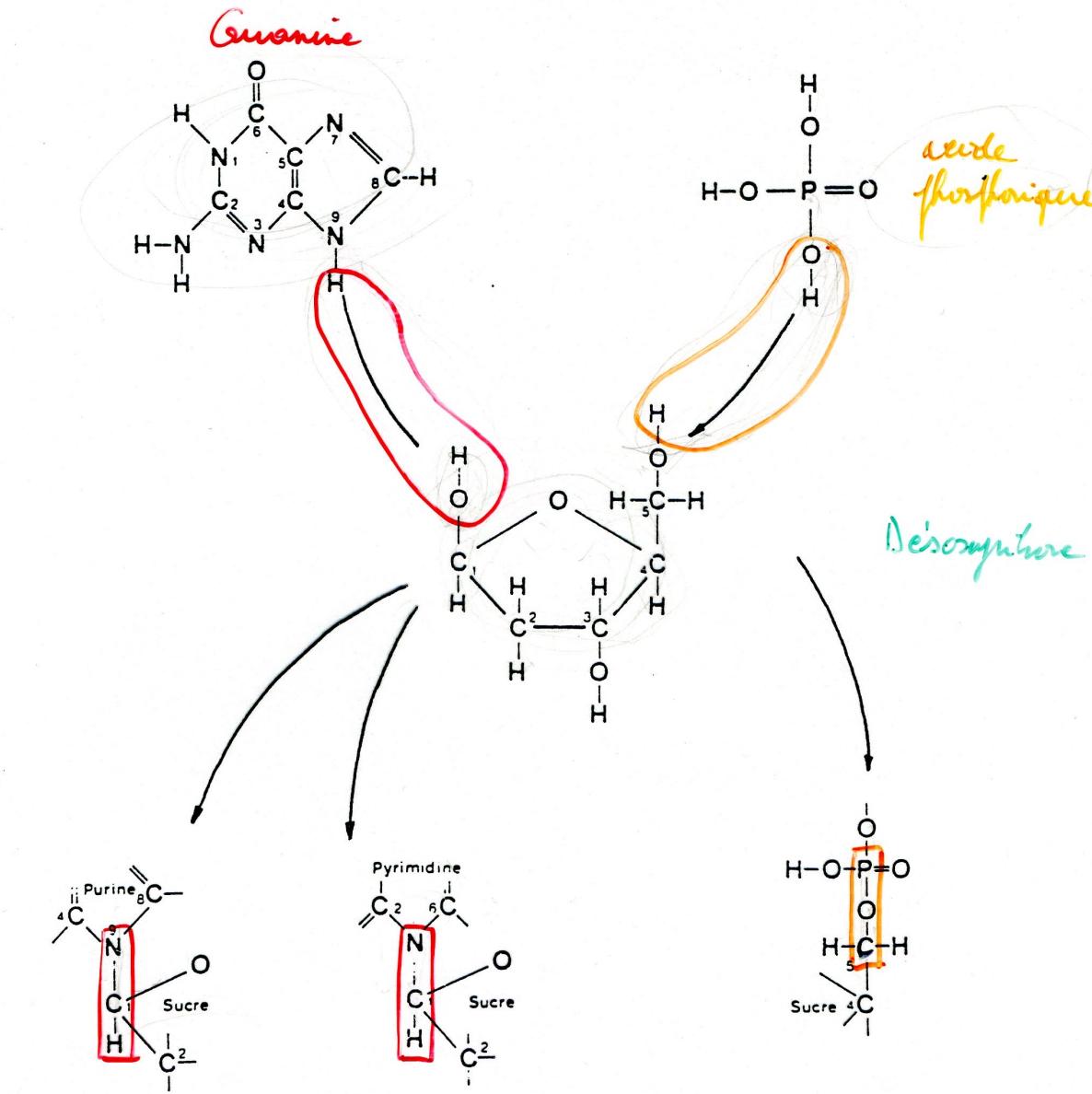


Acide phosphorique



D-ribose

Fig.2. 12. Mode d'assemblage des nucléosides et nucléotides



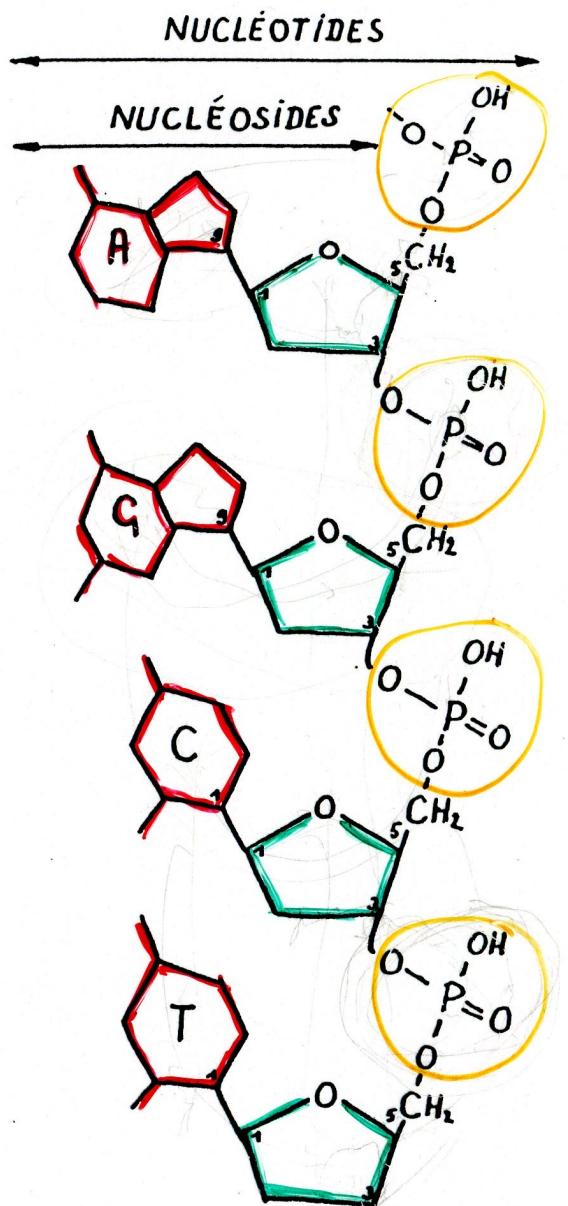


Fig.2.13. Constitution d'un polynucléotide par polymérisation des nucléotides

Dépôt du P₅ sur la C₃ et allongement dans le sens 5'-3'

Liaisons hydrogène

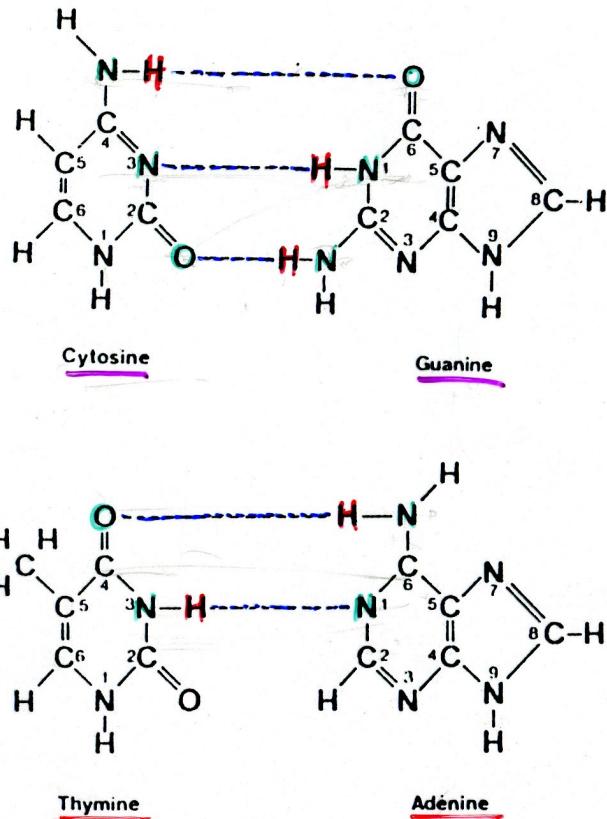
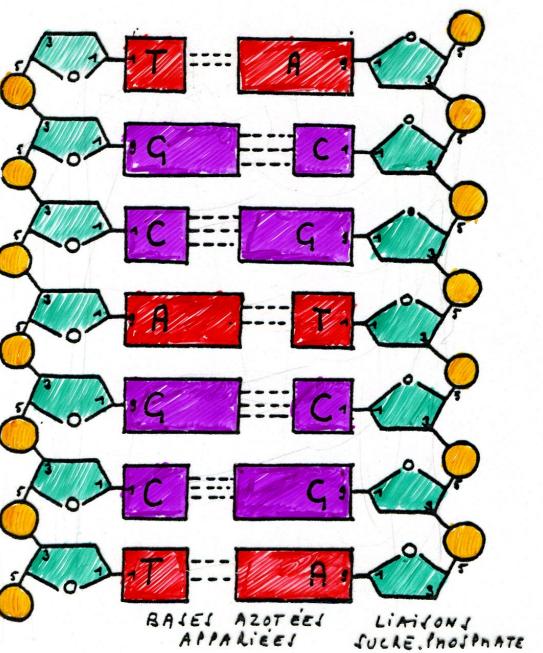


Fig.2.14. Appariement des bases.



PURINE
2 liaisons



Pyrimidine
3 liaisons



PURINE
2 liaisons



Pyrimidine
2 liaisons



Pyrimidine-Pyrimidine
Injonction et topo court



PURINE-PURINE
Injonction et topo long

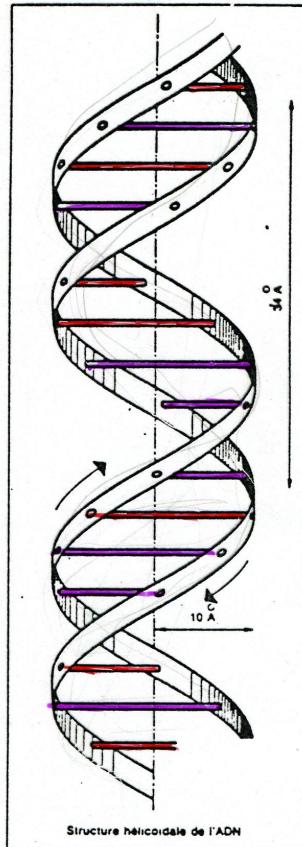


FIG 2.16 DISPOSITION SPATIALE DE LA MOLECULE D'ADN, établie par WATSON et CRICK en 1953; les deux brins moléculaires complémentaires forment une double hélice torsadée. Les brins longitudinaux parallèles, disposés tête-bêche, sont unis par des ponts formés par les bases complémentaires.

Fig. 2.15. Appariement des bases et formation de la double hélice d'ADN.

CONCLUSIONS

30 matériau de base pour fabriquer le mastic

- 20 A.A.
- 5 bases
- glycerol
- choline
- 1 sucre en C₆ (glucose)
- 1 sucre en C₅ (uctose)
- Acide gras (ap. acide stéarique)

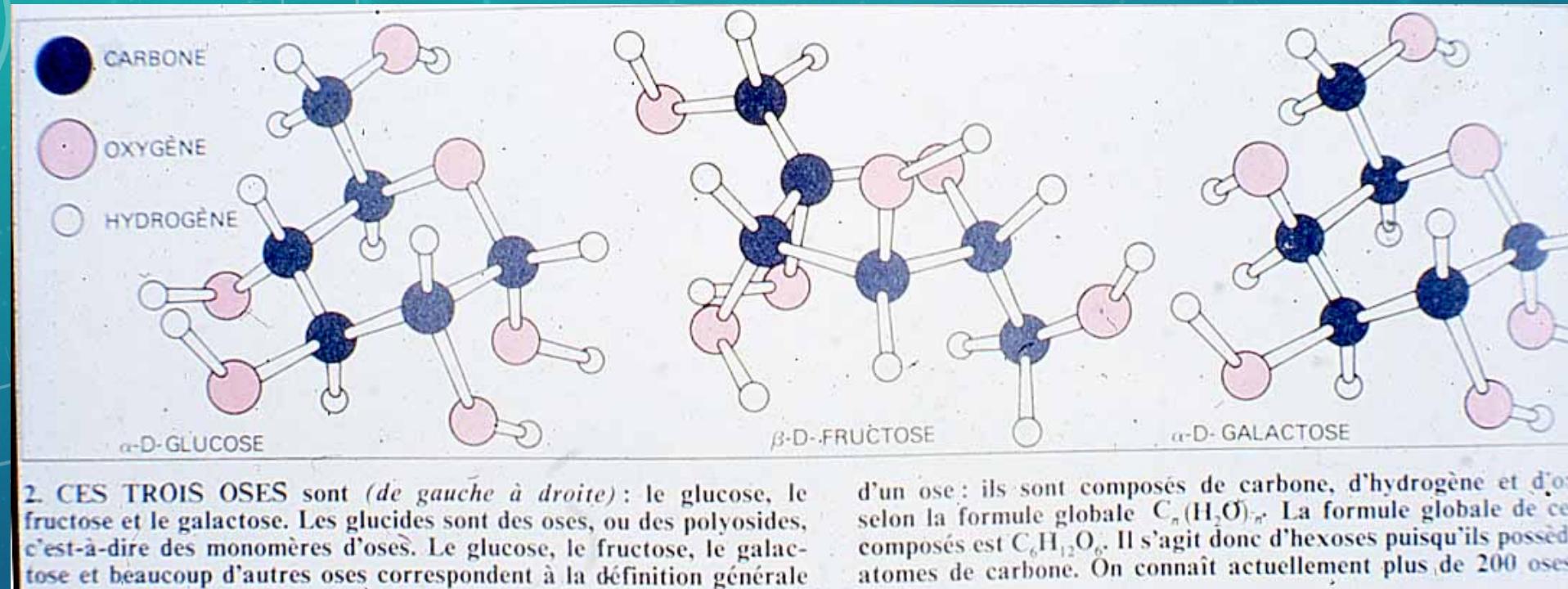






VACANCES

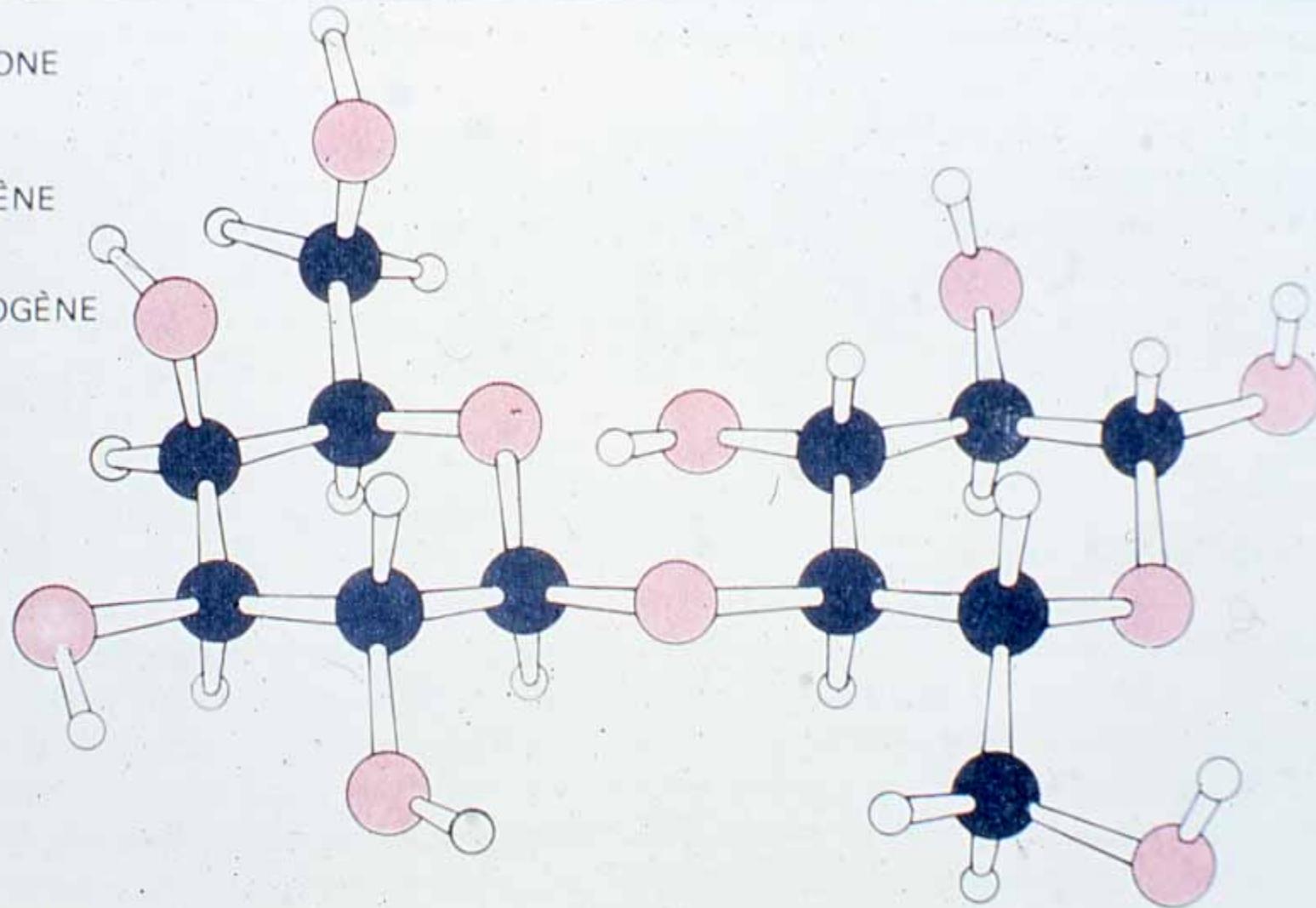
© quickpoint



CARBONE

OXYGÈNE

HYDROGÈNE



β -LACTOSE

4. LE LACTOSE est un diholoside composé de glucose et de galactose. C'est le « sucre » du lait. Avec le saccharose, il constitue une partie importante de l'apport énergétique dans l'alimentation humaine.



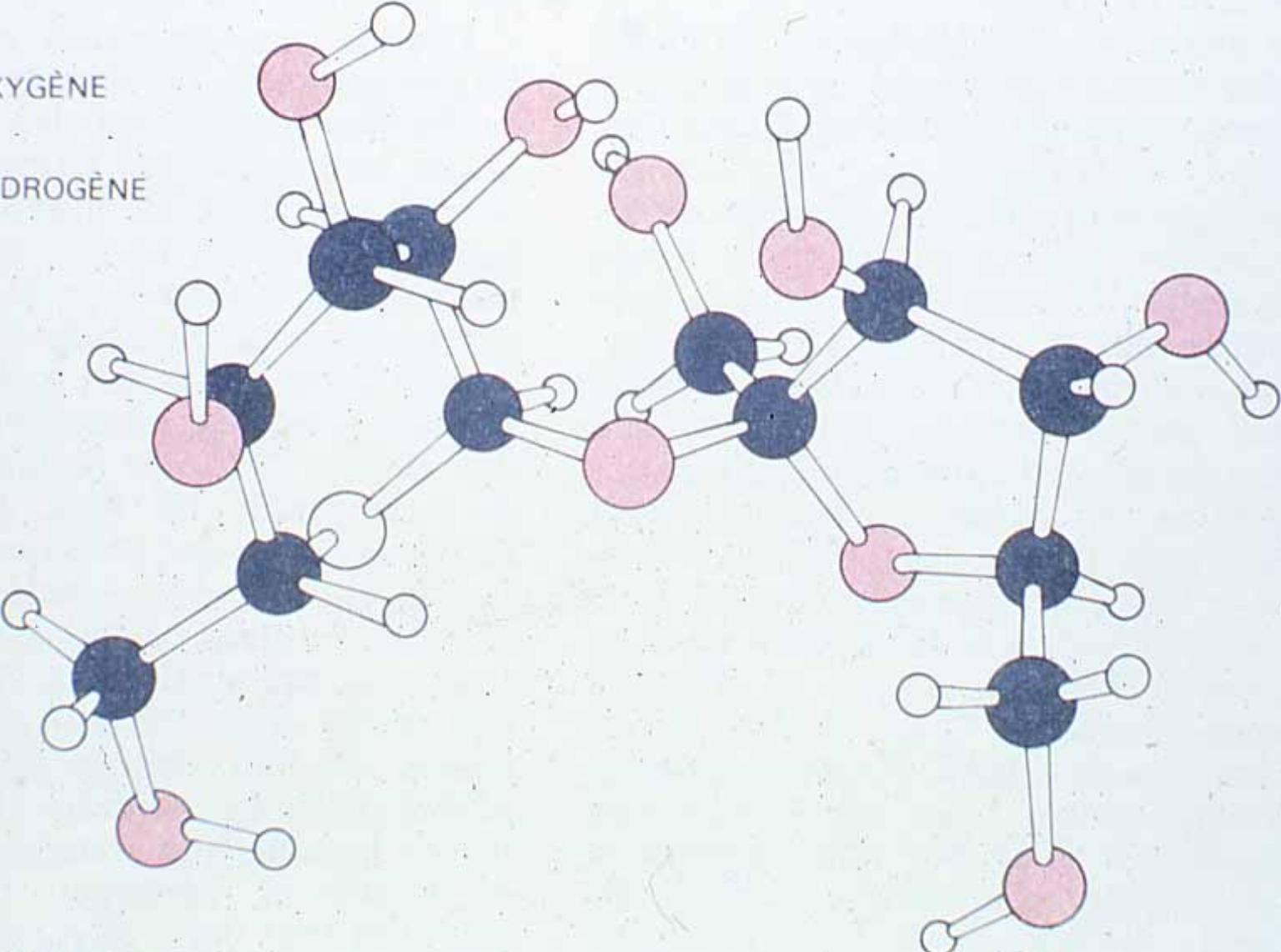
CARBONE



OXYGÈNE

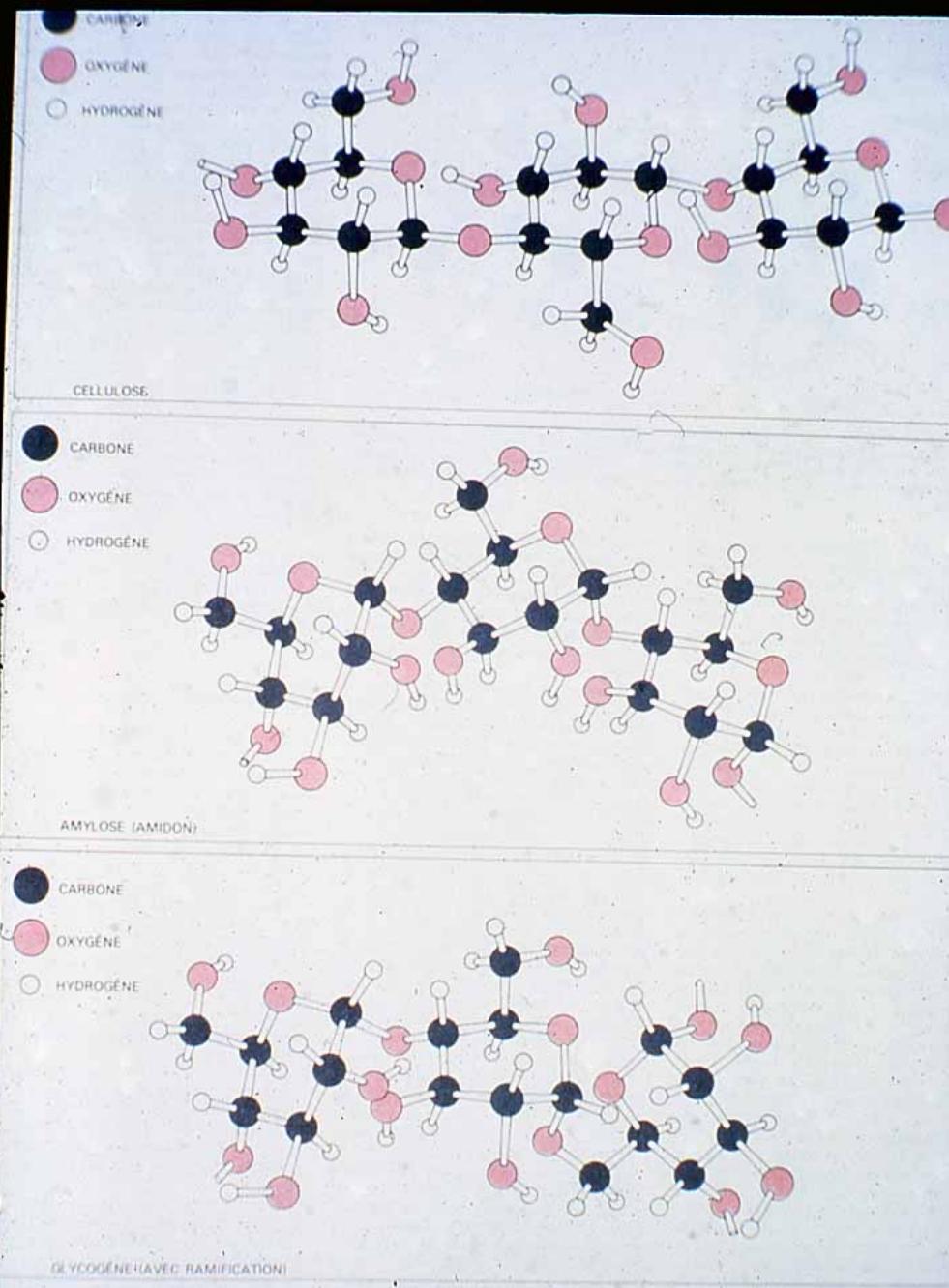
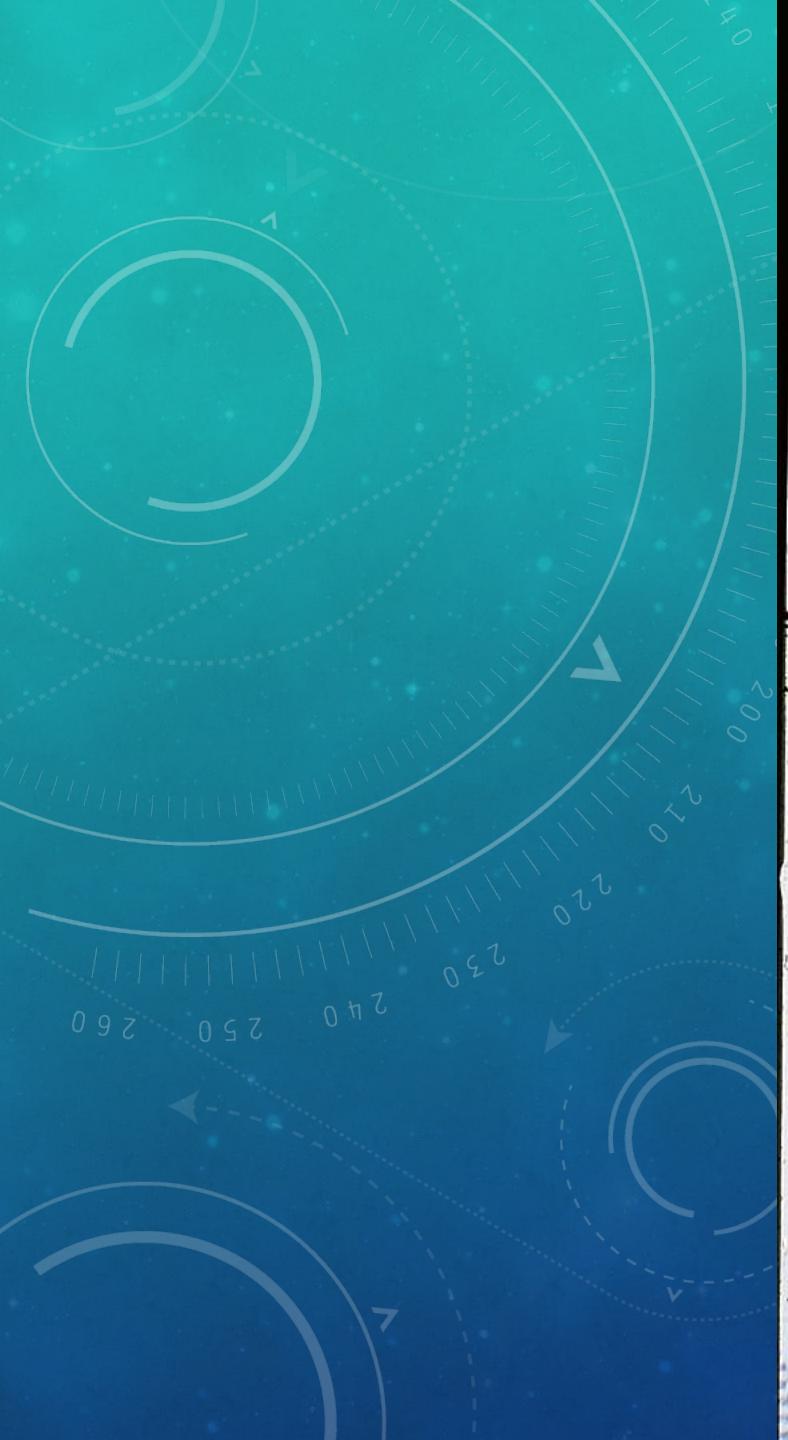


HYDROGÈNE



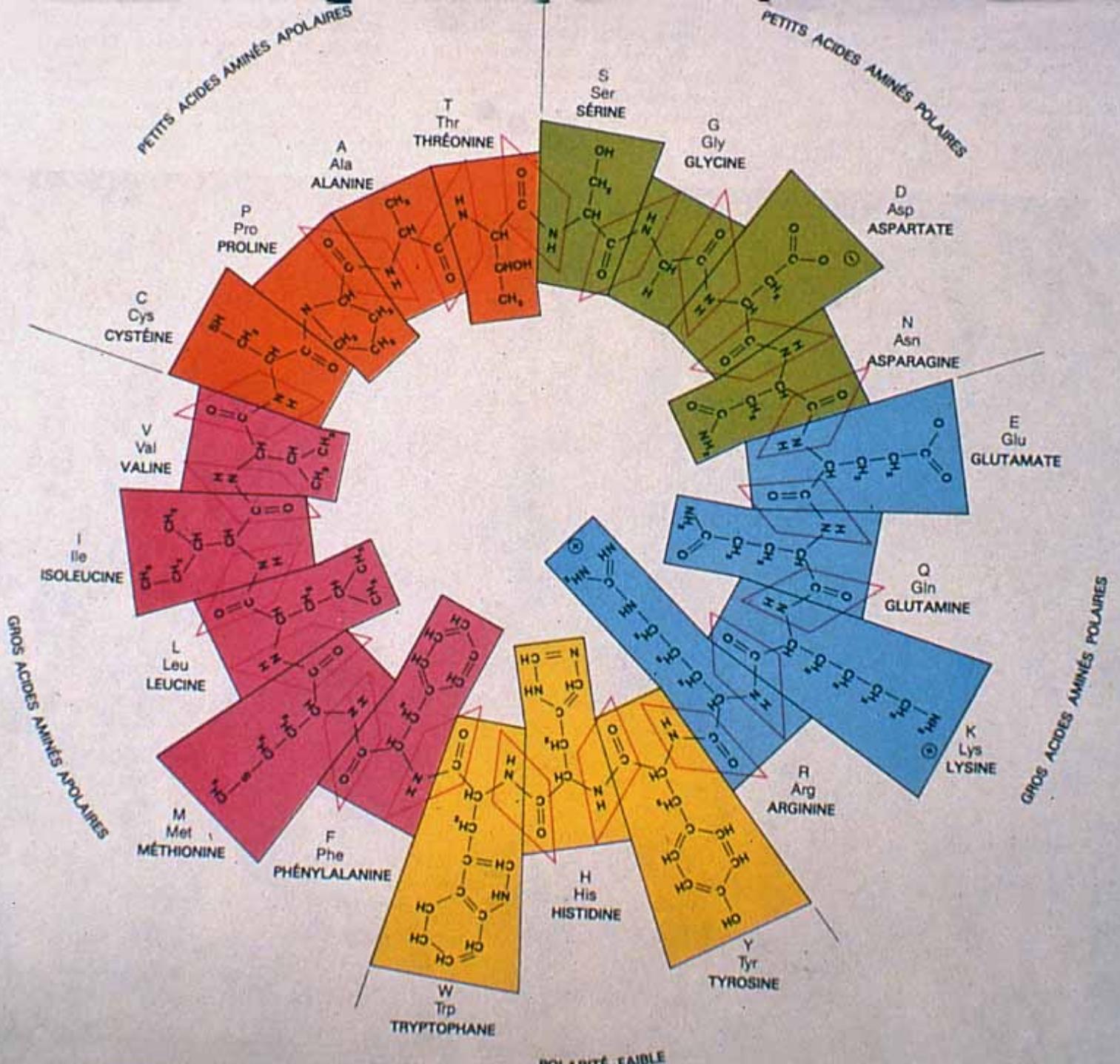
SACCHAROSE

3. LA STRUCTURE DU SACCHAROSE le sucre le plus utilisé par l'homme, est représentée



LES TROIS POLYSACCHARIDES sont (de haut en bas) : la cellulose, l'amidon et le glycogène. Ce sont des homopolymères, c'est-à-dire qu'ils sont composés d'un seul type de monomère. Dans chacun de ces polysaccharides, le glucose constitue le monomère. La caractéristique de ces polysaccharides, comme celle d'autres polysaccharides, est déterminée par la séquence de la chaîne du polymère (dans le cas de la cellulose, elle peut

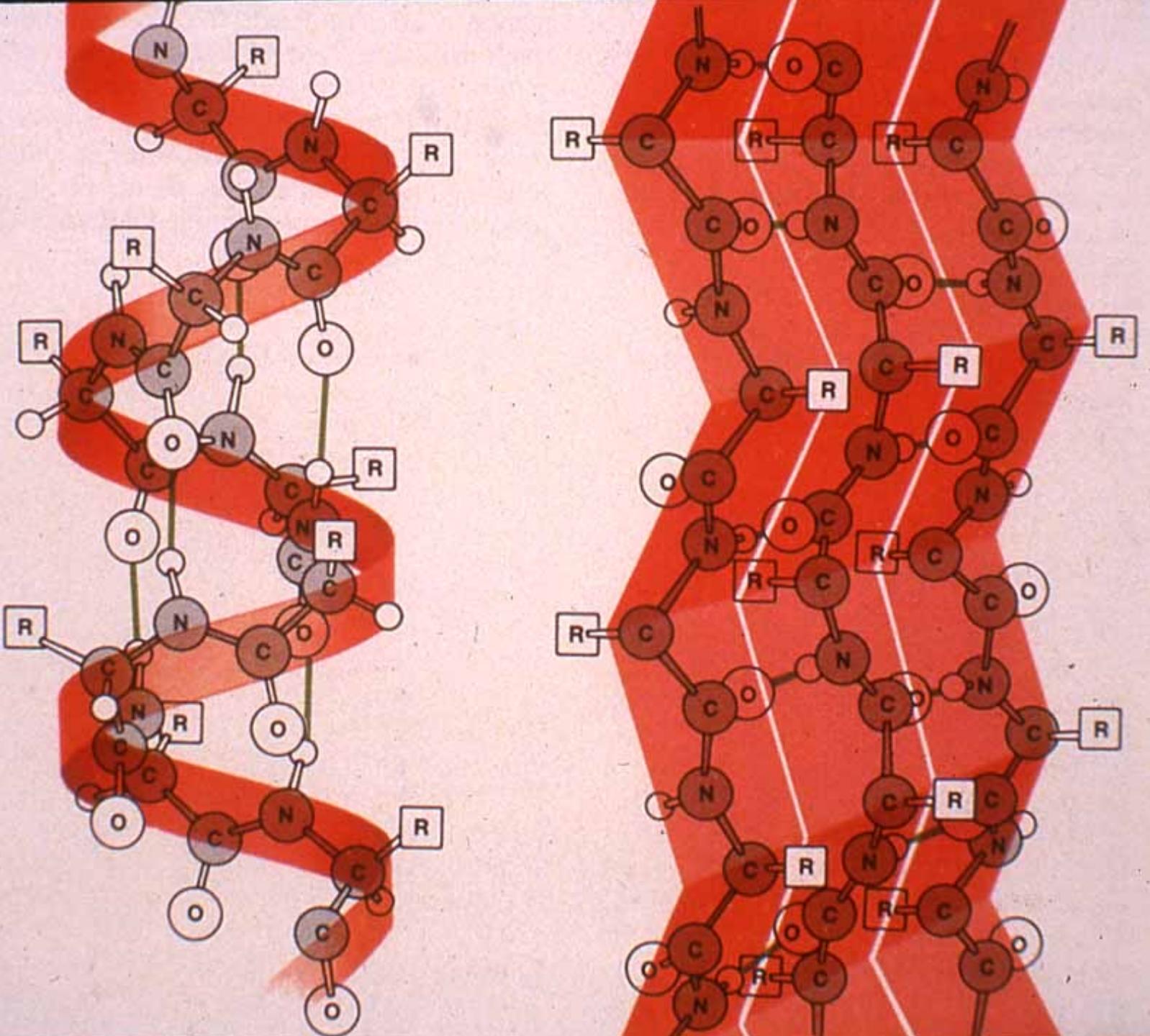
atteindre plusieurs milliers d'unités), le type de liaison entre les unités osidiques et l'existence de chaînes latérales. Trois monomères à chacun de ces polysaccharides sont représentés ici. La cellulose constitue le principal élément structural des plantes. L'amidon et le glycogène servent respectivement chez les plantes et chez les animaux comme source d'énergie pour la nutrition.

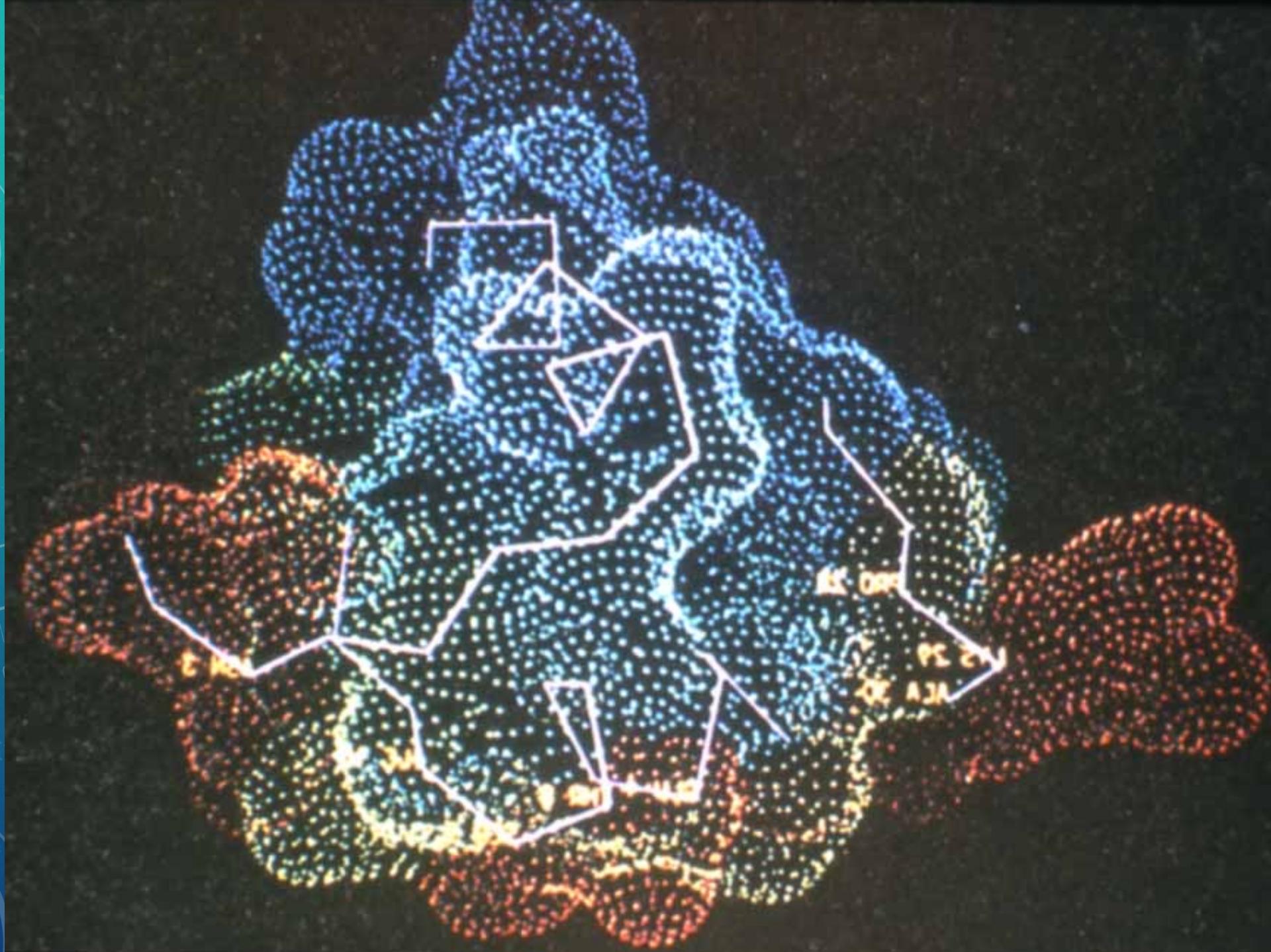


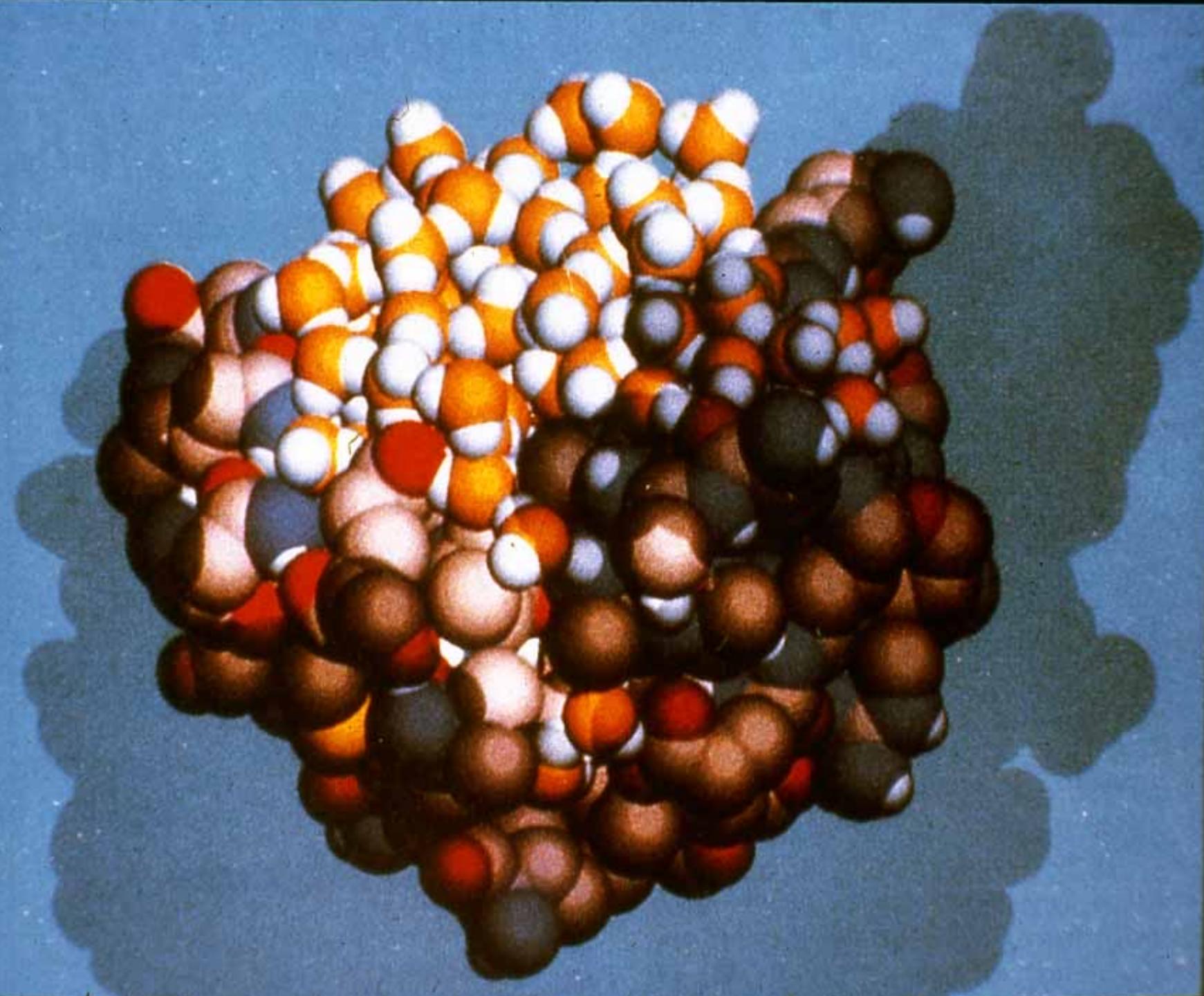
	10	20	30	
α2	Cys Asp Leu Pro Gin Thr His Ser Leu Gly Ser Arg Arg Thr Leu Met Leu Leu Ala Gln	Met Arg Lys Ile Ser Leu Phe Ser Cys Leu Lys Asp Arg His Asp		
α9	Cys Asp Leu Pro Gin Thr His Ser Leu Gly Asn Arg Arg Ala Leu Ile Leu Ala Gln	Met Arg Arg Ile Ser Pro Phe Ser Cys Leu Lys Asp Arg His Asp		
α1	Cys Asp Leu Pro Gin Thr His Ser Leu Asp Arg Arg Thr Leu Met Leu Leu Ala Gln	Met Arg Arg Ile Ser Pro Phe Ser Cys Leu Lys Asp Arg His Asp		
α5	Cys Asp Leu Pro Gin Thr His Ser Leu Gly Asn Arg Arg Ala Leu Ile Leu Ala Gln	Met Arg Arg Ile Ser Pro Phe Ser Cys Leu Lys Asp Arg His Asp		
α2	Cys Asp Leu Pro Gin Thr His Ser Leu Ser Asn Arg Arg Thr Leu Met Ile Met Ala Gln	Met Arg Arg Ile Ser Pro Phe Ser Cys Leu Lys Asp Arg His Asp		
α3	Cys Asp Leu Ser Gin Thr His Ser Leu Asn Arg Arg Thr Leu Met Leu Met Ala Gln	Met Arg Arg Ile Ser Pro Phe Ser Cys Leu Lys Asp Arg His Asp		
α7	Cys Asp Leu Pro Gin Thr His Ser Leu Arg Asn Arg Arg Ala Leu Ile Leu Ala Gln	Met Arg Arg Ile Ser Pro Phe Ser Cys Leu Lys Asp Arg His Asp		
α6	Cys Asp Leu Pro Gin Thr His Ser Leu Gly His Arg Arg Thr Met Met Leu Leu Ala Gln	Met Arg Arg Ile Ser Pro Phe Ser Cys Leu Lys Asp Arg His Asp		
α10	Cys Asp Leu Pro Gin Thr His Thr Leu Arg Asn Arg Arg Ala Leu Ile Leu Gly Ala Gln	Met Arg Arg Ile Ser Pro Phe Ser Cys Leu Lys Asp Arg His Asp		
α4B	Cys Asp Leu Pro Gin Thr His Ser Leu Gly Asn Arg Arg Ala Leu Ile Leu Ala Gln Met Gly Lys Ile Ser His Phe Ser Cys Leu Lys Asp Arg His Asp			
	40	50	60	70
α2	Phe Gly Phe Pro Gin Glu Glu Phe — Gly Asn Gin Phe Gin Lys Ala Glu Thr Ile Pro Val Leu His Glu Met Ile Gln Gln Asp Leu Phe Ser Thr			
α8	Phe Gly Phe Pro Gin Glu Glu Phe Asp Asp Lys Gin Phe Gin Lys Ala Gln Ala Ile Ser Val Leu His Glu Met Ile Gln Gln Thr Phe Asn Leu Phe Ser Thr			
α1	Phe Gly Phe Pro Gin Glu Glu Phe Asp Gly Asn Gin Phe Gin Lys Ala Pro Ala Ile Ser Val Leu His Glu Gly Ile Gln Gly Phe Asn Phe Thr			
α5	Phe Gly Phe Pro Gin Glu Glu Phe Asp Gly Asn Gin Phe Gin Lys Ala Gln Ala Ile Ser Val Leu His Glu Met Ile Gln Gln Thr Phe Asn Leu Phe Ser Thr			
α7	Phe Gly Lys Pro Asp Glu Glu Phe Asp Gly Asn Gin Phe Gin Lys Ter Gin Ala Ile Ser Val Leu His Glu Met Ile Gln Gln Thr Phe Asn Leu Phe Ser Thr			
α6	Phe Arg Asp Pro Asp Glu Glu Phe Asp Gly His Gin Phe Gin Lys Ter Gin Ala Ile Ser Val Leu His Glu Met Ile Gln Gln Thr Phe Asn Leu Phe Ser Thr			
α10	Phe Arg Asp Pro Asp Glu Glu Phe Asp Gly Asn Gin Phe Gin Lys Ala Gln Ala Ile Ser Val Leu His Glu Met Ile Gln Gln Thr Phe Asn Leu Phe Ser Thr			
α4B	Phe Gly Phe Pro Asp Glu Glu Phe Asp Gly His Gin Phe Gin Lys Ter Gin Ala Ile Ser Val Leu His Glu Met Ile Gln Gln Thr Phe Asn Leu Phe Ser Thr			
	80	90	100	
α2	Lys Asp Ser Ser Ala Ala Trp Asp Asp Gly Thr Leu Leu Asp Lys Phe Tyr Gln Gln Leu Asn Asp Leu Glu Ala Cys Val Ile Gln Asp Val Gly			
α8	Lys Asp Ser Ser Ala Ala Asp Asp Glu Thr Leu Leu Asp Asp Phe Tyr Ile Gln Gln Leu Asn Asp Leu Glu Ala Cys Val Ile Gln Glu Val Gly			
α1	Lys Asp Ser Ser Ala Ala Trp Asp Asp Glu Asp Leu Asp Lys Phe Dyr Thr Glu Tyr Gln Gln Leu Asn Asp Leu Glu Ala Cys Val Ile Gln Glu Val Gly			
α5	Lys Asp Ser Ser Ala Thr Trp Asp Asp Glu Asp Ser Leu Leu Glu Lys Phe Ser Thr Glu Tyr Gln Gln Leu Asn Asp Leu Glu Ala Cys Val Ile Gln Glu Val Gly			
α7	Lys Asp Ser Ser Ala Asp Asp Glu Asp Asp Leu Asp Asp Glu Asp Ser Leu Leu Glu Lys Phe Ser Thr Glu Tyr Gln Gln Leu Asn Asp Leu Glu Ala Cys Val Ile Gln Glu Val Gly			
α6	Lys Asp Ser Ser Ala Ala Trp Asp Asp Glu Asp Leu Asp Lys Ter Tyr Gln Gln Leu Asn Asp Leu Glu Ala Cys Val Ile Gln Glu Val Trp			
α10	Lys Asp Ser Ser Ala Ala Trp Asp Asp Glu Asp Leu Asp Lys Ter Tyr Gln Gln Leu Asn Asp Leu Glu Ala Cys Val Ile Gln Glu Val Gly			
α4B	Lys Asp Ser Ser Ala Ala Trp Asp Asp Glu Asp Leu Asp Lys Phe Ser Thr Glu Tyr Gln Gln Leu Asn Asp Leu Glu Ala Cys Val Ile Gln Glu Val Gly			
	110	120	130	140
α2	Val Thr Glu Thr Pro Leu Met Lys Glu Asp Ser Ile Leu Ala Val Arg Lys Tyr Phe Gin Arg Ile Thr Leu Tyr Leu Lys Glu Lys Lys Tyr Ser Pro Cys Ala			
α8	Val Gly Asp Ser Pro Leu Met Tyr Gly Asp Ser Ile Leu Ala Val Arg Lys Tyr Phe Gin Arg Ile Thr Leu Tyr Leu Thr Glu Lys Lys Tyr Ser Pro Cys Ala			
α1	Val Gly Glu Thr Pro Leu Met Asn Val Asp Ser Ile Leu Ala Val Lys Lys Tyr Phe Arg Arg Ile Thr Leu Tyr Leu Thr Glu Lys Lys Tyr Ser Pro Cys Ala			
α5	Val Gly Asp Pro Leu Met Asn Val Asp Ser Ile Leu Ala Val Lys Lys Tyr Phe Gin Arg Ile Thr Leu Tyr Leu Thr Glu Lys Lys Tyr Ser Pro Cys Ala			
α7	Val Gly Glu Thr Pro Leu Met Asn Glu Asp Ser Ile Leu Ala Val Arg Lys Tyr Phe Gin Arg Ile Thr Leu Tyr Leu Thr Glu Lys Lys Tyr Ser Pro Cys Ala			
α6	Val Gly Asp Pro Leu Met Asn Glu Asp Asp Phe Ile Leu Ala Val Arg Lys Tyr Phe Gin Arg Ile Thr Leu Tyr Leu Thr Glu Lys Lys Tyr Ser Pro Cys Ala			
α10	Val Gly Glu Thr Pro Leu Met Asn Glu Asp Ser Ile Leu Ala Val Arg Lys Tyr Phe Gin Arg Ile Thr Leu Tyr Leu Asp Glu Asp Lys Tyr Ser Pro Cys Ala			
α4B	Val Gly Glu Thr Pro Leu Met Asn Val Asp Ser Ile Leu Ala Val Arg Lys Tyr Phe Gin Arg Ile Thr Leu Tyr Leu Thr Glu Lys Lys Tyr Ser Pro Cys Ala			
	150	160	170	
α2	Trp Glu Val Val Arg Ala Glu Ile Met Arg Ser Phe Ser Leu Ser Thr Asn Leu Glu Asp Asp Leu Arg Ser Lys Glu			
α8	Trp Glu Val Val Arg Ala Glu Ile Met Arg Ser Phe Ser Leu Ser Asn Leu Glu Lys Arg Leu Asp Asp Leu Arg Arg Lys Asp			
α1	Trp Glu Val Val Arg Ala Glu Ile Met Arg Ser Leu Ser Phe Ser Thr Asn Leu Glu Asp Asp Leu Arg Arg Lys Glu			
α5	Trp Glu Val Val Arg Ala Glu Ile Met Arg Ser Phe Ser Leu Ser Asn Leu Glu Asp Asp Leu Arg Arg Lys Glu			
α7	Trp Glu Val Val Arg Ala Glu Ile Met Arg Ser Phe Ser Leu Ser Asn Leu Glu Asp Asp Leu Arg Arg Lys Glu			
α6	Trp Glu Val Val Arg Ala Glu Ile Met Arg Ser Phe Ser Leu Ser Asn Leu Glu Asp Asp Leu Arg Arg Lys Glu			
α10	Trp Glu Val Val Arg Ala Glu Ile Met Arg Ser Leu Ser Phe Ser Thr Asn Leu Glu Lys Arg Leu Arg Arg Lys Glu			
α4B	Trp Glu Val Val Arg Ala Glu Ile Met Arg Ser Leu Ser Phe Ser Thr Asn Leu Glu Lys Arg Leu Arg Arg Lys Glu			

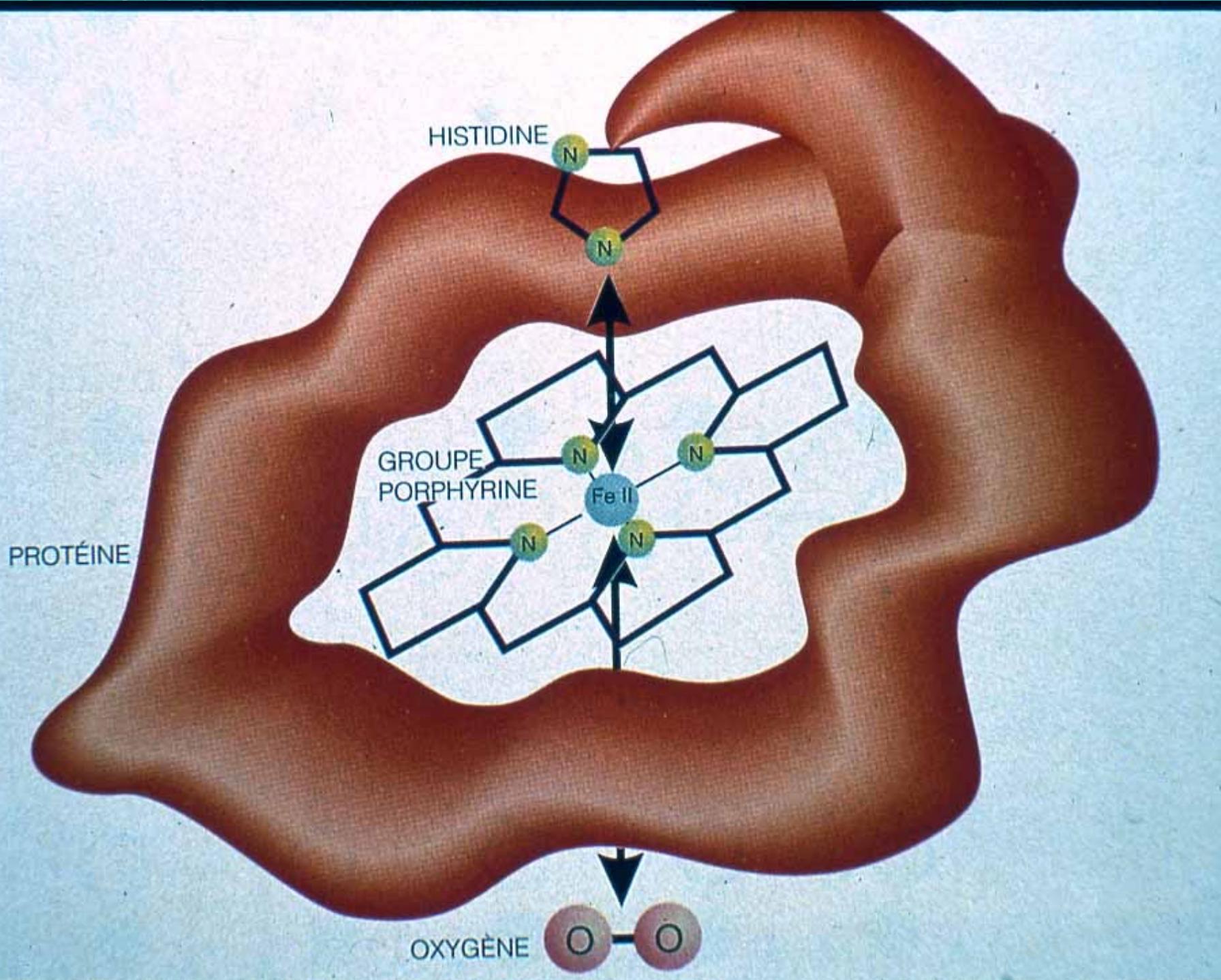
LES INTERFÉRONS ALPHA dont les gènes ont été isolés forment une famille de protéines de constitutions très voisines, et cette figure, on a ordonné et colorié leurs séquences d'acides aminés déduites de la séquence des nucléotides de l'ADN qui code pour ces molécules, afin de mettre en évidence le degré homologie des diverses protéines. (Pour des raisons de mise en page, j'ai découpé les gènes tous les 35 acides animés). Les interférons

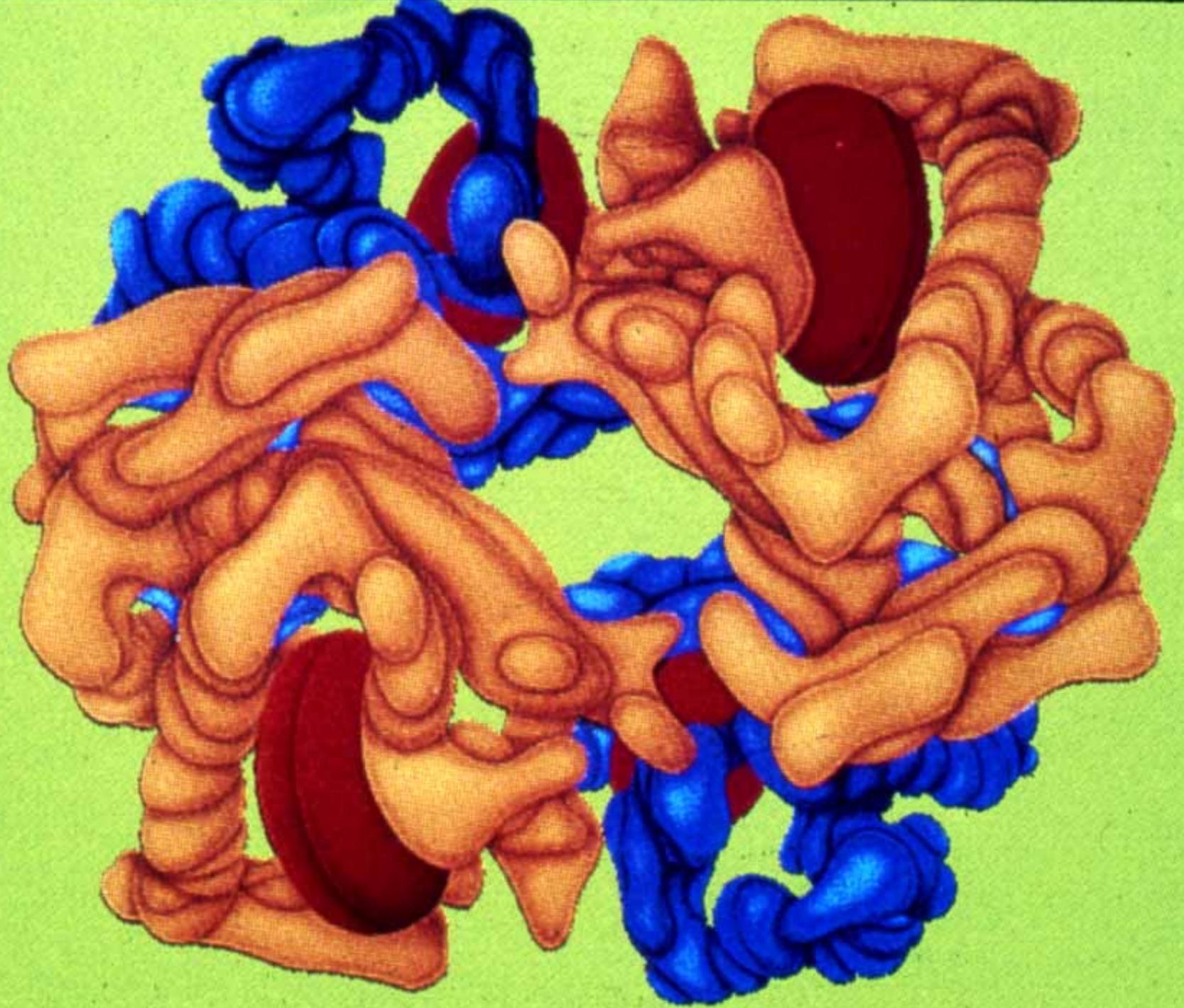
dont les gènes ont été isolés dans le laboratoire de l'auteur, en collaboration avec les chercheurs de la Société Genentech, sont indiqués par des lettres majuscules à gauche de la figure. Les gènes identiques ou très comparables séquencés par Charles Weissmann à l'Université de Zurich sont indiqués par des lettres alpha indiquées dans la colonne suivante. Les séquences représentées ici sont celles de la version de l'auteur, excepté pour les interférons alpha 5 et alpha 4B.



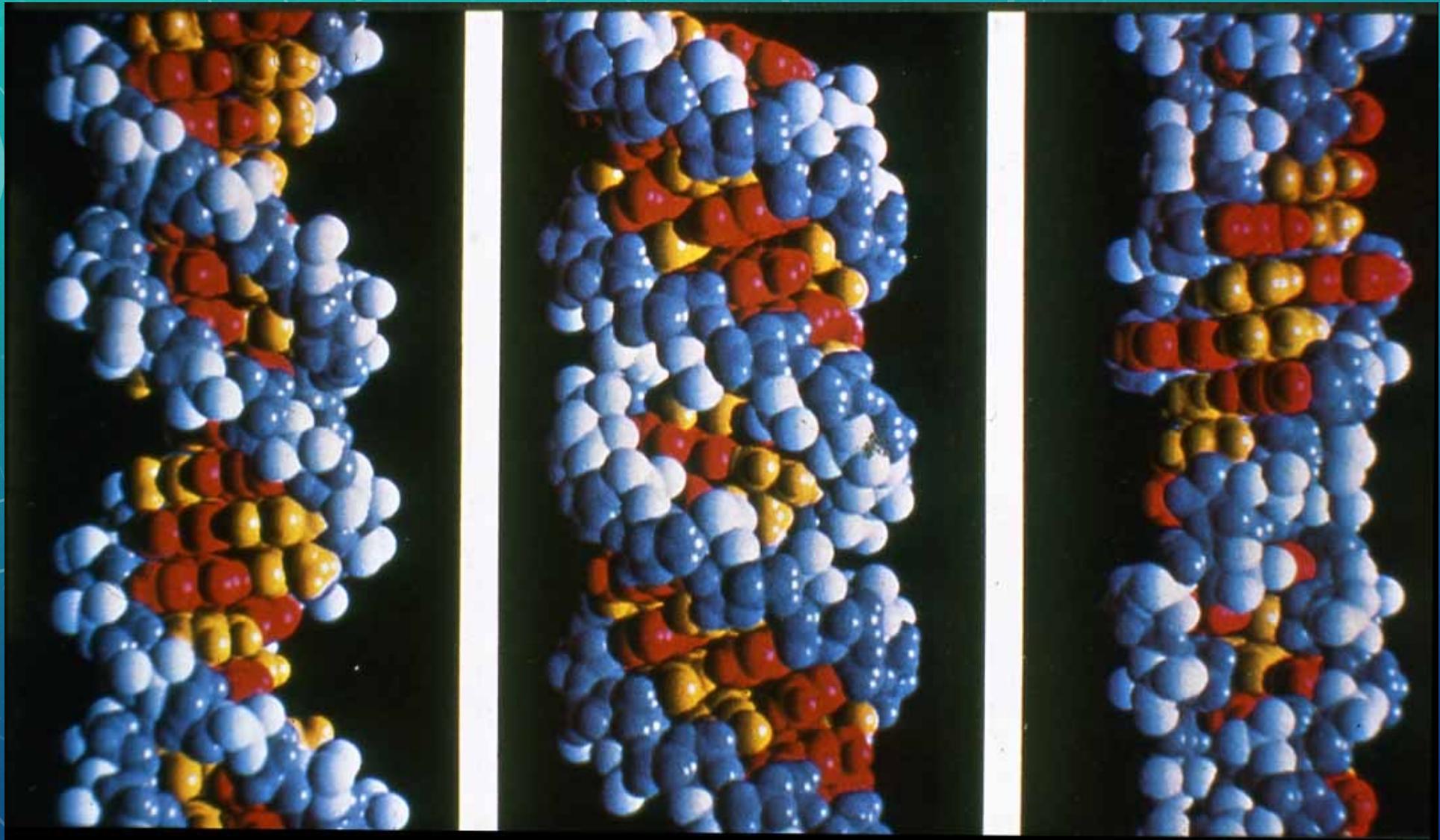










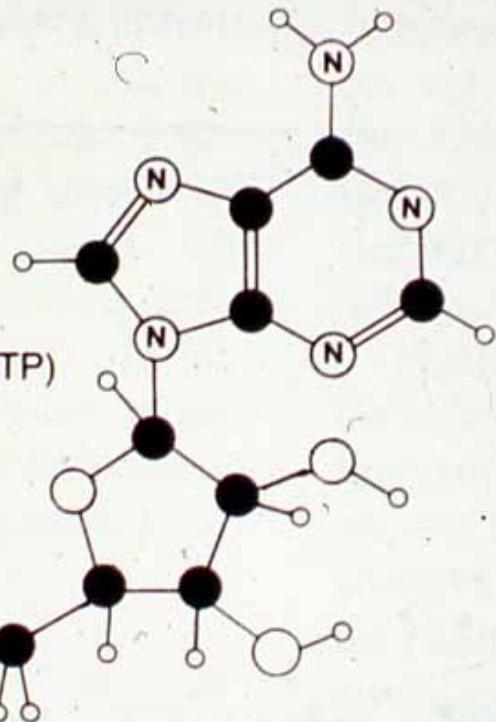


40
150

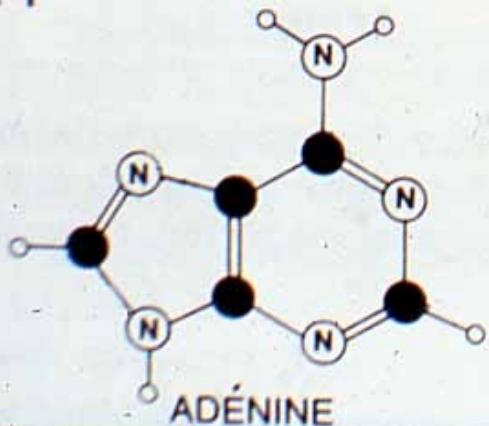
250
260

10

ADÉNOSINE TRIPHOSPHATE (ATP)



11



+

