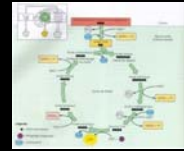
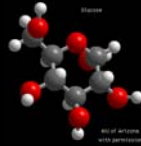


E.C. Physiologie



Sylvain DOREL
MCU, UFRSTAPS, Nantes

Les objectifs....

Comment? Mode de fonctionnement?

10 CM : théorie (S. Dorel et C. Cornu)

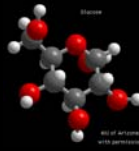
4 TD : illustration, application, révision

Horaire, supports (MADOC), interaction, etc...

SOMMAIRE

- Rappels (ou apprentissage) sur:
 - Organisation du corps humain
 - La cellule: les transports membranaires et molécules organiques
- Introduction aux notions de: métabolisme et bioénergétique
- Présentation du système nerveux (C. Cornu)

E.C. Physiologie



INTRODUCTION - CELLULE METABOLISME

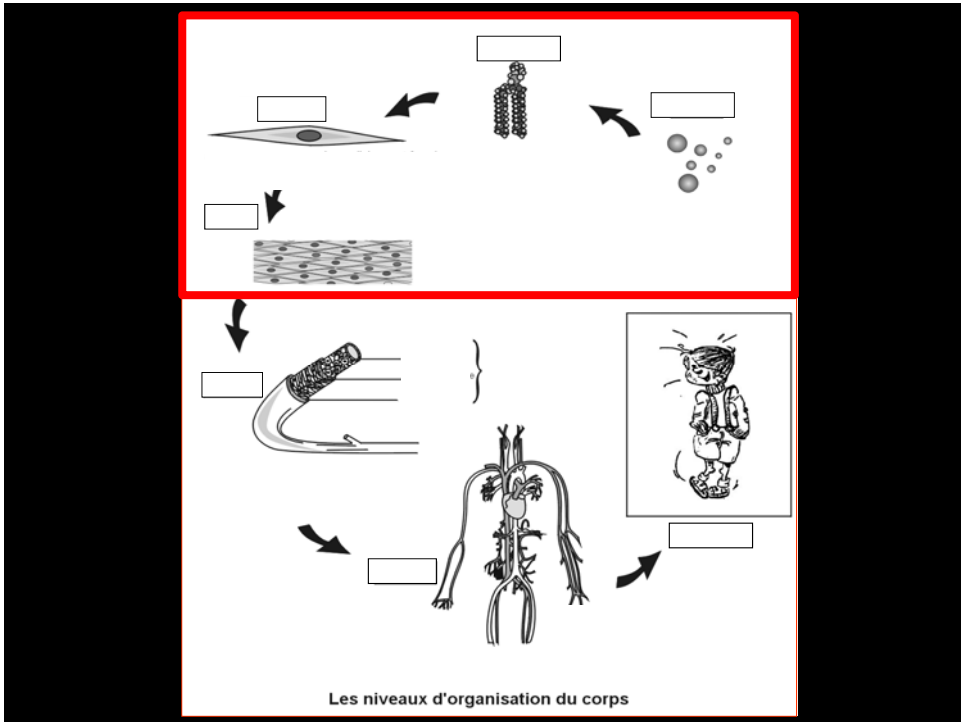
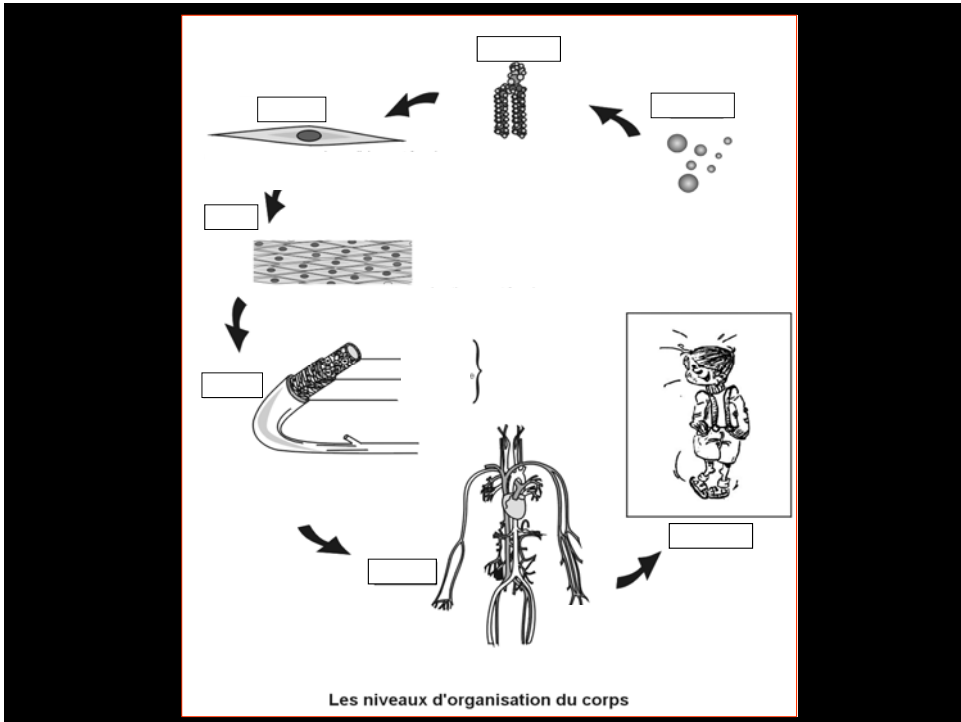


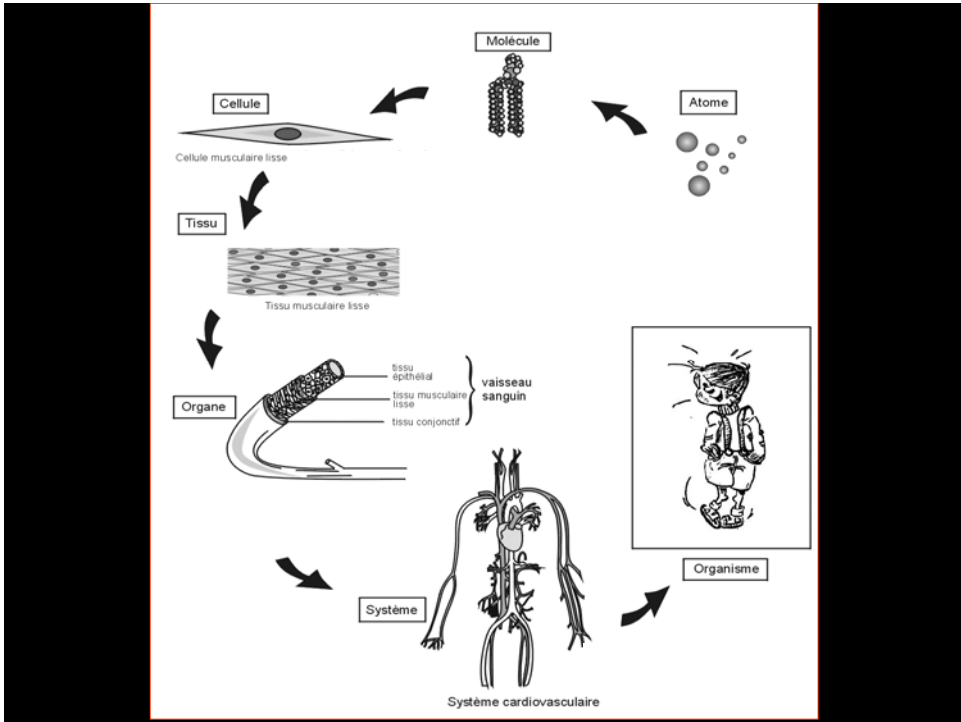
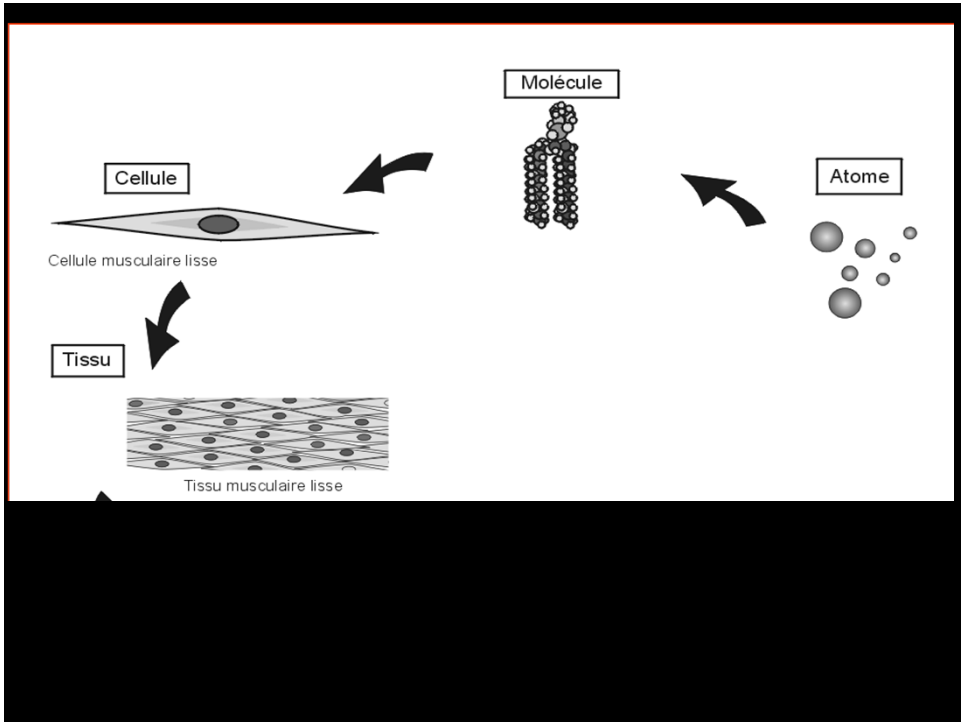
Sylvain DOREL
MCU, UFRSTAPS, Nantes

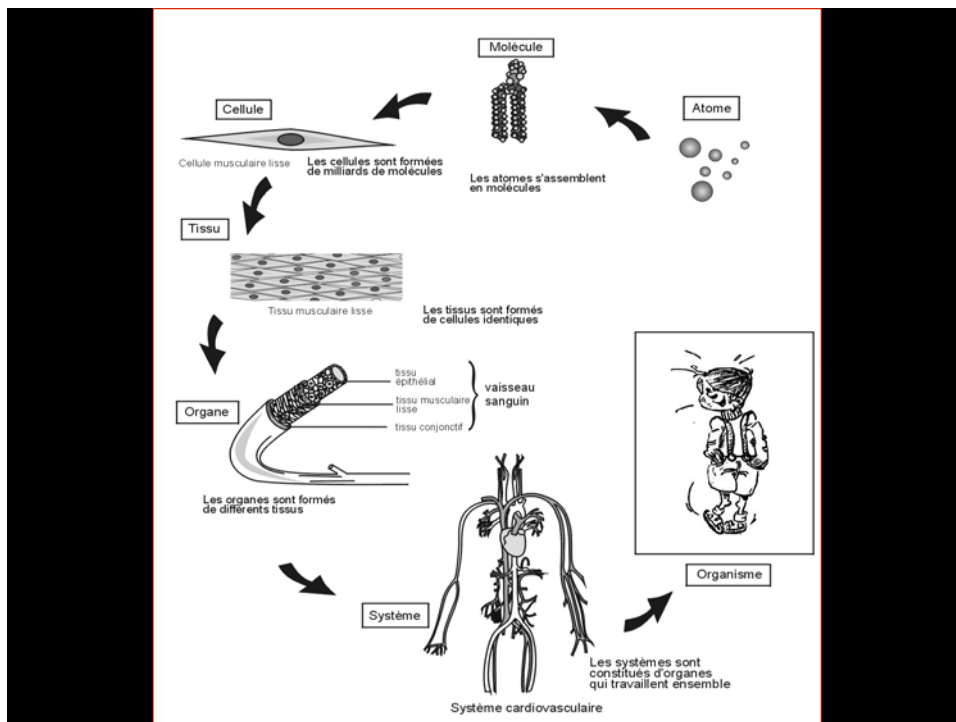
I. Principes de base et niveau d'organisation structurale

- Corps humain = système ouvert avec un milieu interne
 - doit se protéger des perturbations de l'environnement,
 - dépendant de l'environnement (échanges de chaleur, d'O₂, de nutriments, de déchets et d'information)
- Le corps humain comprend différents niveaux
d'organisation structurale reliés de différentes façons :

Quels sont ces niveaux d'organisation?







I. Principes de base et niveau d'organisation structurale

1. Atomes et molécules: le plus élémentaire de l'organisation

essentiels au maintien de la vie (C, H, O, N, Ca, K et Na). Les combinaisons d'atomes forment des molécules (eau, protéines, glucides, lipides, ...).

2. Cellules : groupement de molécules:

unités structurales et fonctionnelles d'un organisme (cellules sanguines, musculaires, nerveuses...).

→ Voir la suite

3. Tissus : groupes de cellules semblables

4 types fondamentaux de tissus du corps : tissus épithélial, musculaire, conjonctif et nerveux.

Les différents tissus

a) Épithélial (revêtement ou glandulaire)

Protection, absorption, sécrétion, filtration, excrétion

b) Conjonctif (le + abondant)

Soutien, protection, fixation, isolation et transport

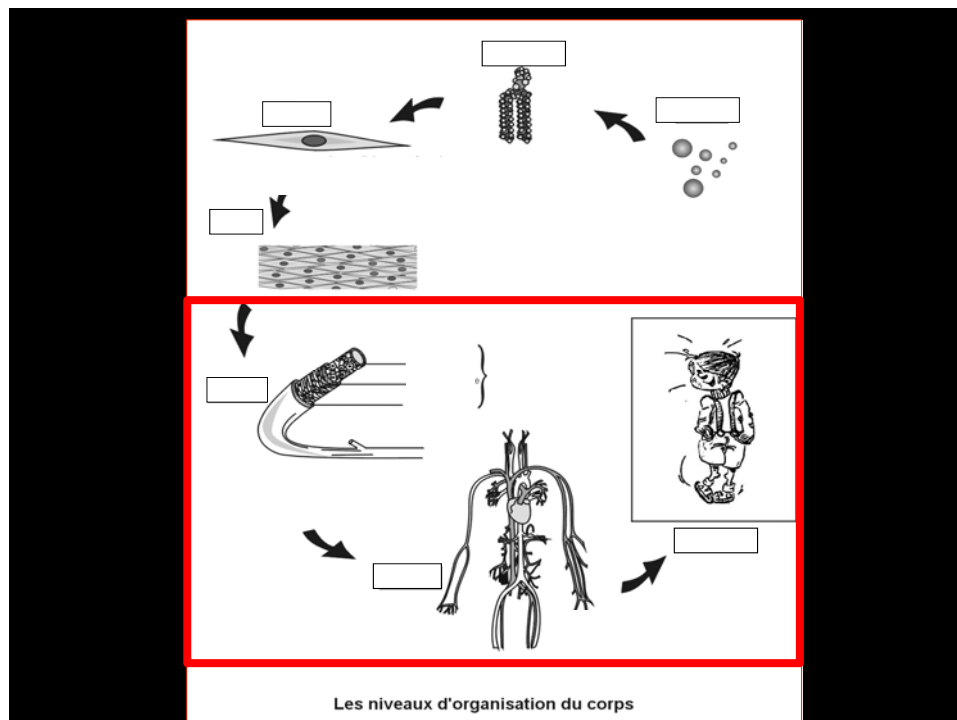
Conjonctif proprement dit (peau, adipeux, ...)

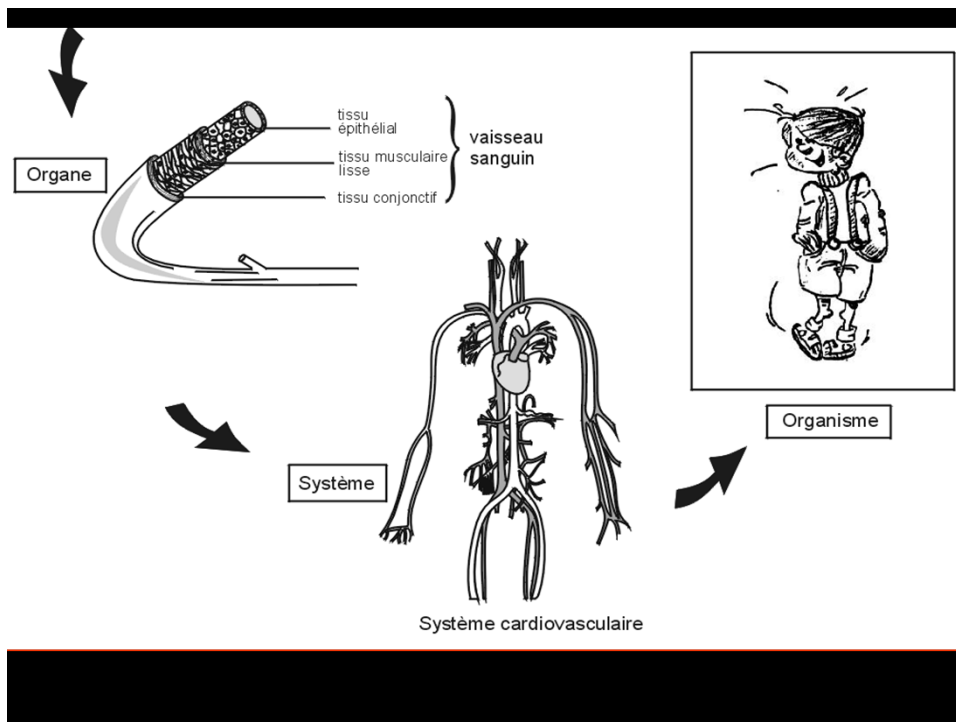
Cartilage/ligaments (tissu conj. dense)

Tissus osseux

c) Musculaire → exemples, particularités?

d) Nerveux : neurones (voir cours C. Cornu)





I. Principes de base et niveau d'organisation structurale

4. Organes :

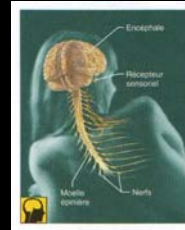
jonction de différents types de tissus pour une même fonction définie : forme reconnaissable

5. Systèmes ou appareils :

ensemble d'organes organisés pour une même méta-fonction

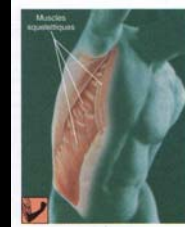
Système nerveux

Contrôle de l'ensemble des fonctions



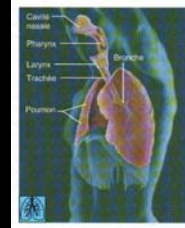
Système musculaire

Mouvement – Production de chaleur



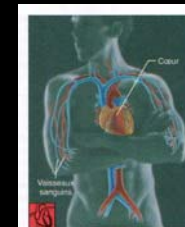
Système respiratoire

Oxygénation du sang
Évacuation du gaz carbonique



Système cardio-vasculaire

Transport : gaz (O_2 , CO_2),
nutriments et déchets



Système endocrinien

Sécrétion d'hormones: contrôle de la glycémie, de la reproduction, de la croissance...



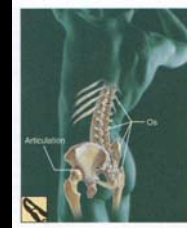
Système lymphatique et immunitaire

Défense de l'organisme contre l'agression



Système osseux

Soutien + protection des organes
Charpente sur laquelle agissent les muscles
Érythropoïèse



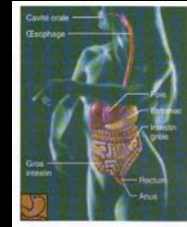
Système tégumentaire

Protection de tissus internes



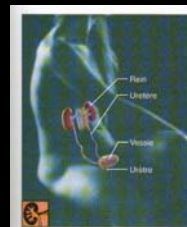
Système digestif

Dégradation des aliments
Approvisionnement sanguin en nutriments
Élimination des déchets



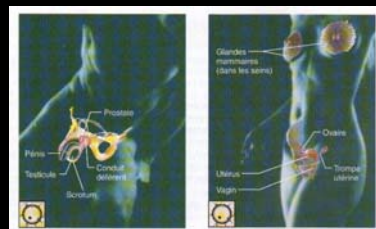
Système urinaire

Élimination des déchets azotés
Régulation de l'équilibre hydrique, électrolytique et acido-basique.



Système génital

Reproduction



I. Principes de base et niveau d'organisation structurale

Nous: en Physiologie de l'exercice?

Quels systèmes principaux sont engagés ?

Système musculaire et systèmes associés:
osseux, cardio-vasculaire et respiratoire, nerveux,
endocrinien

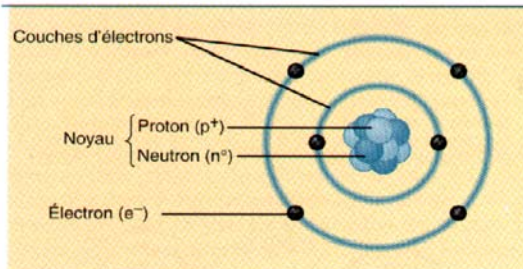
II. Rappels sur la chimie de la vie

1. L'atome est l'unité de structure de la matière

Il est constitué de :

- protons (p^+)
- neutrons (N^0)
- électrons (e^-)

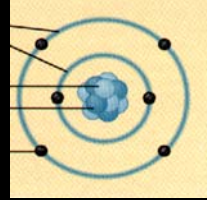
Structure d'un atome. Au centre de cette représentation simplifiée d'un atome de carbone se trouve le noyau. Celui-ci contient six neutrons et six protons, même s'ils ne sont pas tous visibles dans cette figure. Les six électrons gravitent autour du noyau dans des régions appelées couches d'électrons et indiquées ici par des cercles.



II. Rappels sur la chimie de la vie

1. L'atome est l'unité de structure de la matière

- Les e^- tournent autour du noyau (orbitales)
- 1 orbitale peut accepter un nombre donné d' e^- :
 - 1^{ère} : 2 e^- au maximum
 - 2^e, 3^e... : 8 e^- au maximum



Les principaux atomes dans l'organisme?

99,3%

0,7%

avec K ; Na ; Ca ; Cl ; Mg...

Eléments	% chez l'homme
Oxygène	62.81
Carbone	19.37
Hydrogène	9.31
Azote	5.14
Phosphore	0.63
Soufre	0.64

II. Rappels sur la chimie de la vie

1. L'atome est l'unité de structure de la matière

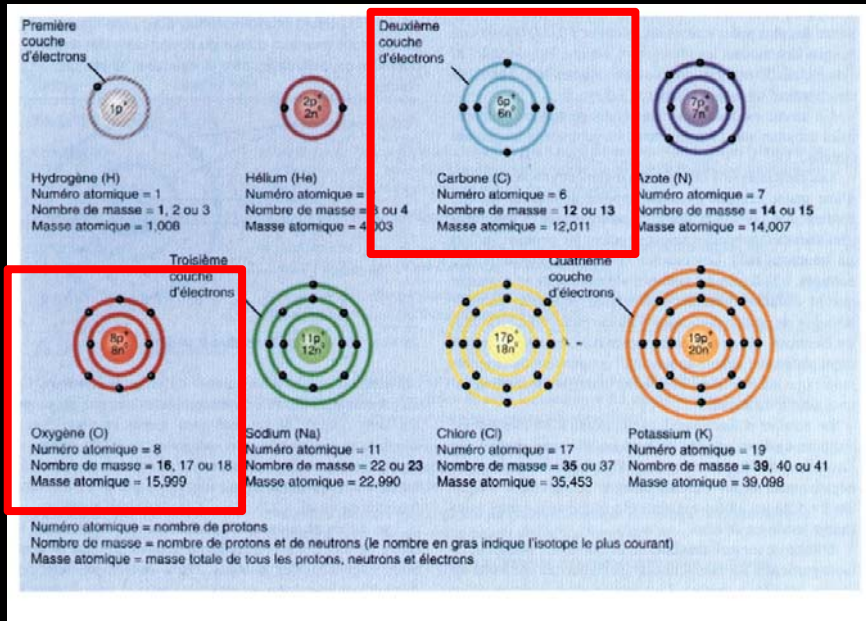
Un élément chimique est caractérisé par:

Z
Atome

Z: nombre atomique = nombre de protons = nombre d'électrons

Donc: 1 atome a une charge électriquement neutre

Quelques exemples...



II. Rappels sur la chimie de la vie

1. L'atome est l'unité de structure de la matière

Un élément chimique est caractérisé par:

Z

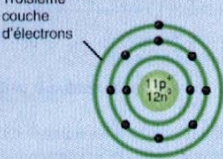
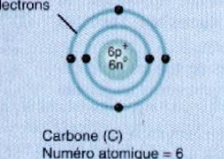
Atome

Z: nombre atomique = nombre de protons = nombre d'électrons

Donc: 1 atome a une *charge électriquement neutre*

On appelle **couche de valence**: la dernière couche entièrement « remplie » ou non d'électrons (une couche inférieure est obligatoirement remplie)

Tableau périodique

IA												VIIIA																																																								
1	2											13	14	15	16	17	18																																																			
1 H Hydrogène 1,00794													C Carbone 12,01	N Azote 14,01	O Oxygène 16,00	F Fluor 19,00	Ne Néon 20,18																																																			
3 Li Lithium 6,94	4 Be Béryllium 9,01											B Bore 10,81	Si Silicium 28,09	P Phosphore 30,97	S Soufre 32,07	Cl Chlore 35,45	Ar Argon 39,95																																																			
11 Na Sodium 22,99	12 Mg Magnésium 24,31											Al Aluminium 26,98	Cr Chrome 51,99	Mn Manganèse 54,94	Fe Fer 55,85	Co Cobalt 58,93	Ni Nickel 58,71	Cu Cuivre 63,54	Zn Zinc 65,37	Ga Gallium 69,72	Ge Germanium 72,64	As Arsenic 74,92	Se Sélénium 78,96	Br Brome 79,90	Kr Krypton 83,80																																											
		III B	IV B	V B	V I B	V II B	VIII B				I B	II B																																																								
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41																																														
		Sc Scandium 44,96	Ti Titane 47,88	V Vanadium 50,94	Cr Chrome 51,99	Mn Manganèse 54,94	Fe Fer 55,85	Co Cobalt 58,93	Ni Nickel 58,71	Cu Cuivre 63,54	Zn Zinc 65,37	Ga Gallium 69,72	Ge Germanium 72,64	As Arsenic 74,92	Se Sélénium 78,96	Br Brome 79,90	Kr Krypton 83,80	Rb Rubidium 85,47	Sr Strontium 87,62	Y Yttrium 88,91	Zr Zirconium 91,22	Nb Niobium 92,91	Mo Molibdène 95,94	Tc Technétium 98,91	Ru Ruthénium 101,07	Rh Rhodium 102,91	Pd Palladium 106,4	Ag Argent 107,87	Cd Cadmium 112,40	In Indium 114,82	Sn Étain 118,71	Sb Antimoine 121,75	Te Tellure 127,6	I Iode 126,9	Xe Xénon 131,29	Ba Baryum 137,33	La Lanthane 138,91	Hf Hafnium 178,49	Ta Tantalum 180,95	W Wolfram 183,84	Re Rhenium 186,21	Os Osmium 190,23	Ir Iridium 192,22	Pt Platine 195,08	Au Or 196,97	Hg Mercure 200,59	Tl Thallium 204,38	Pb Plomb 207,2	Bi Bismuth 208,98	Po Polonium 209	At Astatine 210	Rn Radon 222	Ra Radium 226	Ac Actinium 227	Th Thorium 232,04	Pa Protactinium 231,04	U Uranium 238,03	Np Neptunium 237,05	Pu Plutonium 239,05	Am Americium 241,06	Cm Curium 247,07	Bk Berkélium 247,07	Cf Californium 251,08	Es Einsteinium 254,09	Fm Fermium 257,10	Md Mendelevium 258,10	No Nobelium 259	Lr Lawrencium 260
																			<p>Troisième couche d'électrons</p>  <p>Sodium (Na) Numéro atomique = 11 Nombre de masse = 22 ou 23 Masse atomique = 22,990</p>		<p>Deuxième couche d'électrons</p>  <p>Carbone (C) Numéro atomique = 6 Nombre de masse = 12 ou 13 Masse atomique = 12,011</p>																																															
																			<p>3 ou 4</p>		<p>Quatrième couche</p>																																															
																			<p>5, 17 ou 18</p>		<p>399</p>																																															
																			<p>*Lanthanides</p>		<p>**Actinides</p>																																															

II. Rappels sur la chimie de la vie

1. L'atome est l'unité de structure de la matière

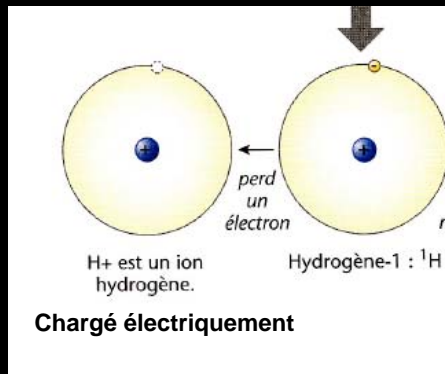
2. Qu'est ce qu'un ion?

II. Rappels sur la chimie de la vie

1. L'atome est l'unité de structure de la matière

2. Qu'est ce qu'un ion?

Exemple de l'Hydrogène



II. Rappels sur la chimie de la vie

1. L'atome est l'unité de structure de la matière

2. Qu'est ce qu'un ion?

Atome qui gagne un/des électron(s) = ANION = ion négatif


Atome qui perd un/des électron(s) = CATION = ion positif

Exemples: Na⁺, K⁺, Cl⁻, Ca²⁺

Tableau périodique

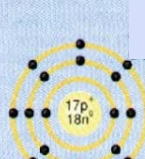
IA 1	IIA 2	CATION										IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	VIIIA 18																		
1 H Hydrogène 1,00794																	2 He Hélium 4,00																		
3 Li Lithium 6,94	4 Be Béryllium 9,01																5 B Bore 10,81	6 C Carbone 12,01	7 N Azote 14,01	8 O Oxygène 16,00	9 F Fluor 19,00	10 Ne Néon 20,18													
11 Na Sodium 22,99	12 Mg Magnésium 24,31																13 Al Aluminium 26,98	14 Si Silicium 28,09	15 P Phosphore 30,97	16 S Soufre 32,06	17 Cl Chlore 34,45	18 Ar Argon 39,95													
		21 Ca Calcium 40,08	22 Sc Scandium 44,96	23 Ti Titane 47,88	24 V Vanadium 50,94	25 Mn Manganèse 54,94	26 Fe Fer 55,85	27 Co Cobalt 58,93	28 Ni Nickel 58,71	29 Cu Cuivre 63,54	30 Zn Zinc 65,37	31 Ga Gallium 69,72	32 Ge Germanium 72,64	33 As Arsenic 74,92	34 Se Sélénium 78,96	35 Br Brome 79,90	36 Kr Krypton 83,80																		
		39 Y Yttrium 88,91	40 Zr Zirconium 91,22	41 Nb Niobium 92,91	42 Mo Molybdène 95,94	43 Tc Technétium 98,91	44 Ru Ruthénium 101,07	45 Rh Rhodium 102,91	46 Pd Paladium 106,4	47 Ag Argent 107,87	48 Cd Cadmium 112,40	49 In Indium 114,82	50 Sn Étain 118,71	51 Sb Antimoine 121,76	52 Te Tellure 127,60	53 I Iode 126,90	54 Xe Xénon 131,30																		
		55 Rb Rubidium 85,47	56 Sr Strontium 87,62	57 Y Yttrium 88,91	58 Zr Zirconium 91,22	59 Nb Niobium 92,91	60 Mo Molybdène 95,94	61 Tc Technétium 98,91	62 Ru Ruthénium 101,07	63 Rh Rhodium 102,91	64 Pd Paladium 106,4	65 Ag Argent 107,87	66 Cd Cadmium 112,40	67 In Indium 114,82	68 Sn Étain 118,71	69 Sb Antimoine 121,76	70 Te Tellure 127,60	71 I Iode 126,90	72 Xe Xénon 131,30																
		87 Rb Rubidium 85,47	88 Sr Strontium 87,62	89 Y Yttrium 88,91	90 Zr Zirconium 91,22	91 Nb Niobium 92,91	92 Mo Molybdène 95,94	93 Tc Technétium 98,91	94 Ru Ruthénium 101,07	95 Rh Rhodium 102,91	96 Pd Paladium 106,4	97 Ag Argent 107,87	98 Cd Cadmium 112,40	99 In Indium 114,82	100 Sn Étain 118,71	101 Sb Antimoine 121,76	102 Te Tellure 127,60	103 I Iode 126,90	104 Xe Xénon 131,30																
		137 Ba Baryum 137,33	138 La Lanthane 138,91	139 Ce Cérium 140,12	140 Pr Praseodyme 140,91	141 Nd Néodyme 144,24	142 Pm Prométhée 146,92	143 Sm Samarium 150,35	144 Eu Europium 151,96	145 Gd Gadolinium 157,25	146 Tb Terbium 158,93	147 Dy Dysprosium 162,50	148 Ho Holmium 164,93	149 Er Erbium 167,26	150 Tm Thulium 168,93	151 Yb Ytterbium 173,04	152 Lu Lutécium 174,97	153 Hf Hafnium 178,49	154 Ta Tantalum 180,95	155 W Wolfram 183,84	156 Re Rhenium 186,21	157 Os Osmium 190,23	158 Ir Iridium 192,22	159 Pt Platine 195,08	160 Au Or 196,97	161 Hg Mercure 200,59	162 Tl Thallium 204,38	163 Pb Plomb 207,2	164 Bi Bismuth 208,98	165 Po Polonium 209	166 At Astatine 210	167 Rn Radon 222			
		187 Ba Baryum 187,04	188 La Lanthane 187,04	189 Ce Cérium 187,04	190 Pr Praseodyme 187,04	191 Nd Néodyme 187,04	192 Pm Prométhée 187,04	193 Sm Samarium 187,04	194 Eu Europium 187,04	195 Gd Gadolinium 187,04	196 Tb Terbium 187,04	197 Dy Dysprosium 187,04	198 Ho Holmium 187,04	199 Er Erbium 187,04	200 Tm Thulium 187,04	201 Yb Ytterbium 187,04	202 Lu Lutécium 187,04	203 Hf Hafnium 187,04	204 Ta Tantalum 187,04	205 W Wolfram 187,04	206 Re Rhenium 187,04	207 Os Osmium 187,04	208 Ir Iridium 187,04	209 Pt Platine 187,04	210 Au Or 187,04	211 Hg Mercure 187,04	212 Tl Thallium 187,04	213 Pb Plomb 187,04	214 Bi Bismuth 187,04	215 Po Polonium 187,04	216 At Astatine 187,04	217 Rn Radon 187,04			
		227 Ac Actinium 227,03	228 Th Thorium 232,04	229 Pa Protactinium 231,04	230 U Uranium 238,03	231 Np Neptunium 237,05	232 Pu Plutonium 239,05	233 Am Americium 241,06	234 Cm Curium 247,07	235 Bk Berkélium 249,08	236 Cf Californium 251,08	237 Es Einsteinium 254,09	238 Fm Fermium 257,10	239 Md Mendelevium 258,10	240 No Nobelium 259	241 Lr Lawrencium 260	242 Rf Rutherfordium 261	243 Db Dubnium 262	244 Sg Seaborgium 263	245 Bh Bohrium 264	246 Hs Hassium 265	247 Mt Meitnerium 266	248 Uun Ununium 267	249 Uu Ununium 268	250 Uub Ununium 269	251 Uu Ununium 270	252 Uu Ununium 271	253 Uu Ununium 272	254 Uu Ununium 273	255 Uu Ununium 274	256 Uu Ununium 275	257 Uu Ununium 276	258 Uu Ununium 277	259 Uu Ununium 278	260 Uu Ununium 279

Sodium (Na)
Numéro atomique = 11
Nombre de masse = 22 ou 23
Masse atomique = 22,990



Troisième couche d'électrons

Chlore (Cl)
Numéro atomique = 17
Nombre de masse = 35 ou 37
Masse atomique = 35,453



II. Rappels sur la chimie de la vie

1. L'atome est l'unité de structure de la matière
2. Que sont un ion et un isotope?
3. Liaisons et molécule

II. Rappels sur la chimie de la vie

1. L'atome est l'unité de structure de la matière

2. Que sont un ion et un isotope?

3. Liaisons et molécule

Molécule = ensemble d'atomes liés chimiquement entre eux

Quelles sont les caractéristiques de cette liaison?

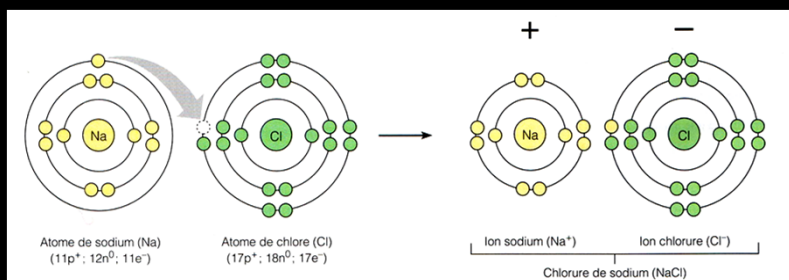
II. Rappels sur la chimie de la vie

1. L'atome est l'unité de structure de la matière

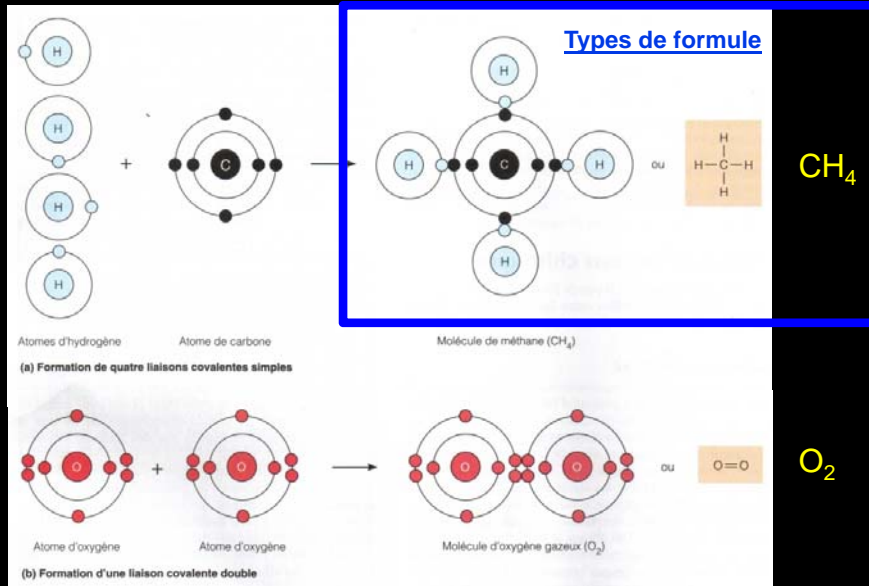
2. Que sont un ion et un isotope?

3. Liaisons et molécule

a) **Liaison ionique:** 1 atome donneur cède un ou plusieurs de ses e^- à 1 atome receveur → les atomes s'attirent électriquement

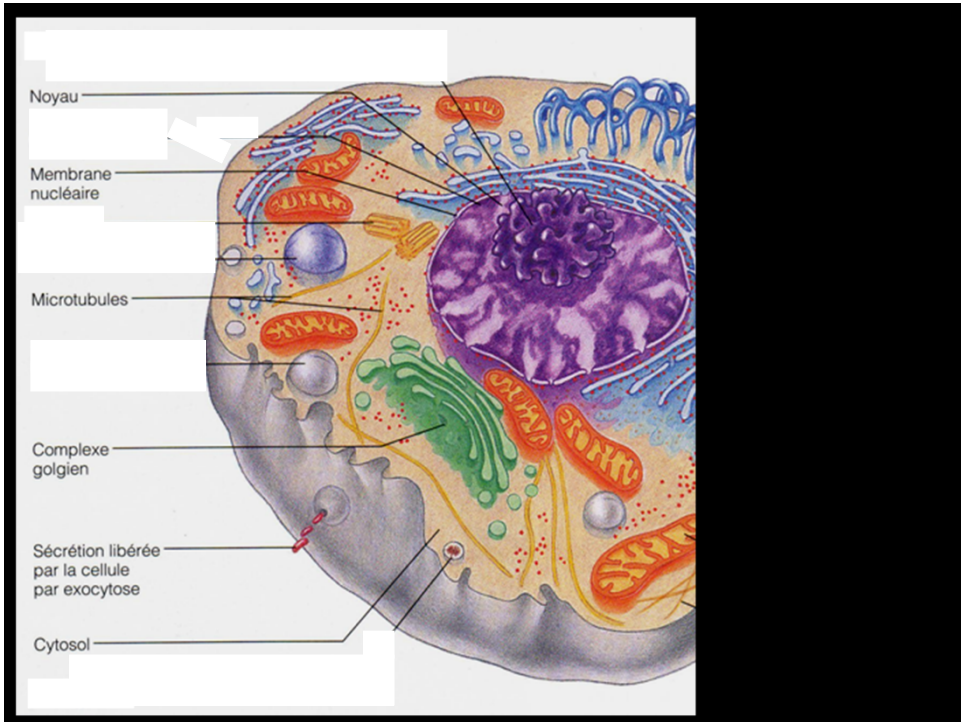
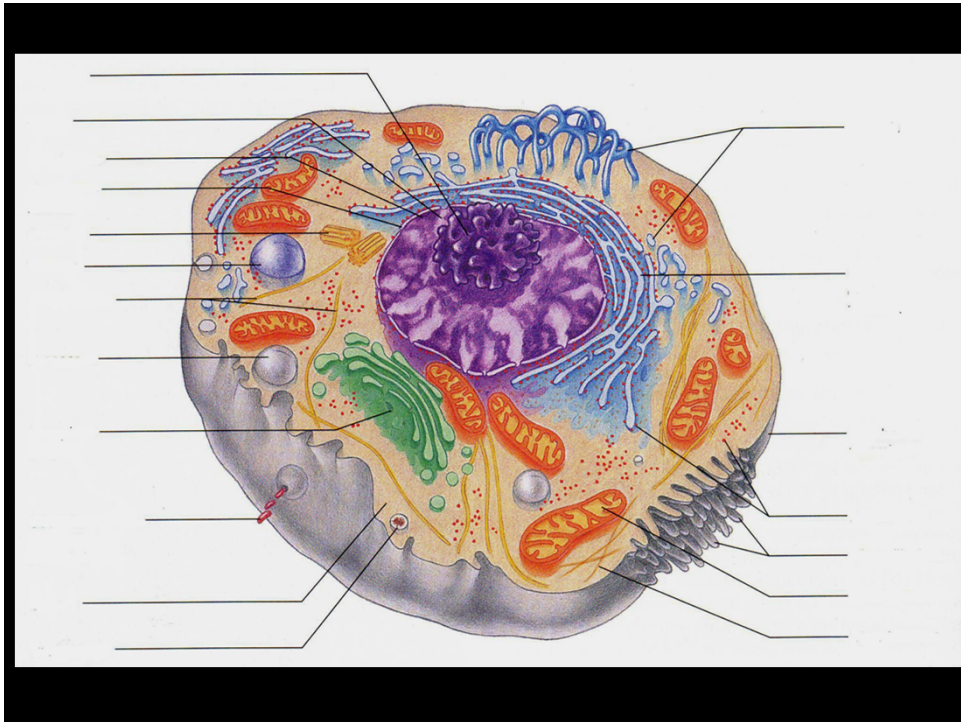


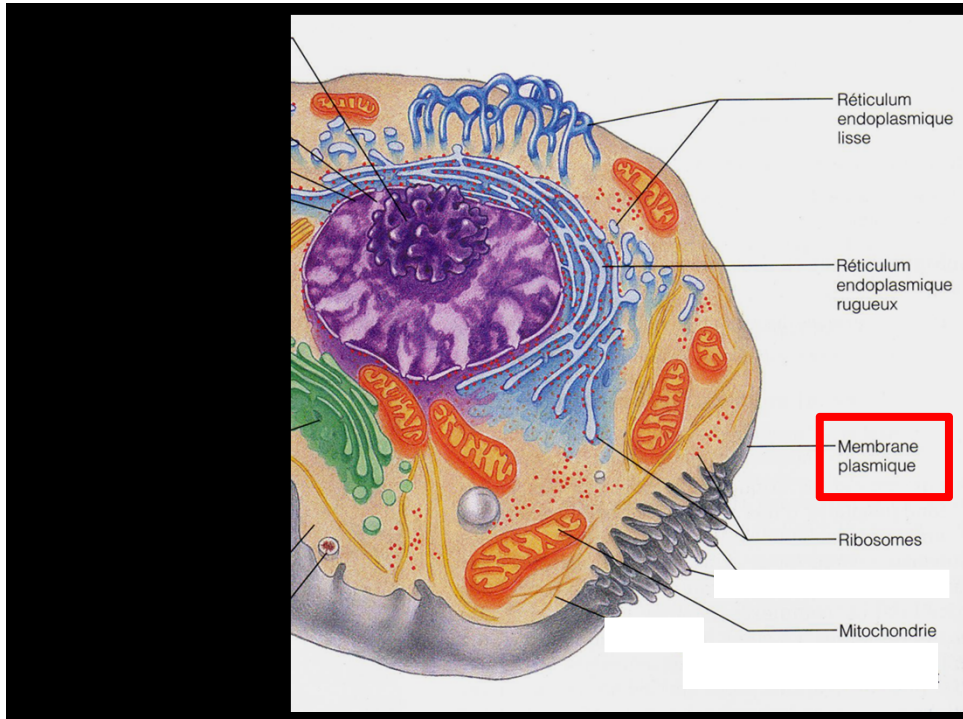
b) **Liaison covalente**: les atomes se réunissent entre eux pour partager des électrons par paire



III. La cellule : définition et composition

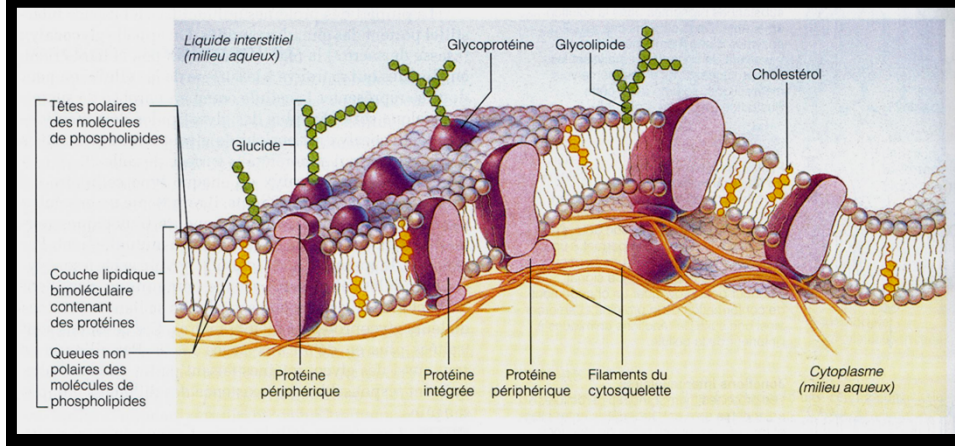
- La cellule est l'unité structurale et fonctionnelle des organismes vivants
- La cellule humaine type comporte 3 régions principales:
 - Noyau
 - Membrane cytoplasmique: limite extérieure de la cellule
 - Cytoplasme: espace entre les 2: tous les organites qui assurent les fonctions de la cellule





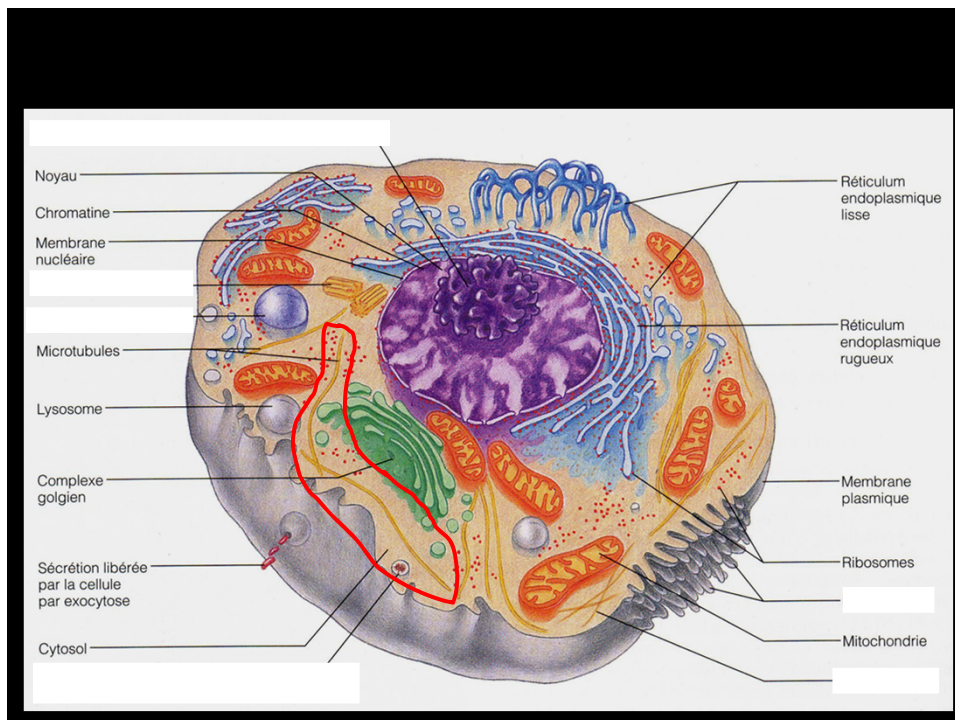
1. La membrane plasmique

- Echange entre le milieu intra et extra cellulaire
- Composition:
 - Une bicouche phospholipidique
 - Des protéines (intégrées ou périphériques)



2. Le Cytosol

- Liquide dans lequel les autres éléments du cytoplasme se trouvent en suspension
- Site de la glycolyse et de la synthèse des acides gras

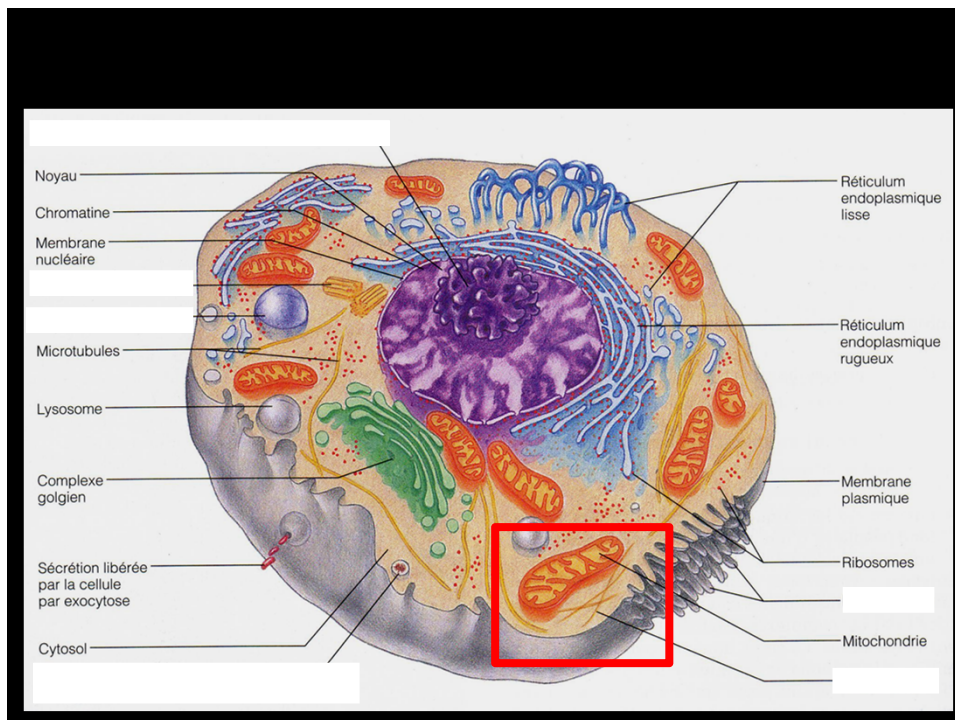


2. Le Cytosol

- Liquide dans lequel les autres éléments du cytoplasme se trouvent en suspension
- Site de la glycolyse et de la synthèse des acides gras

Avec le cytosquelette (microfilaments - microtubules)

- Réseau complexe de bâtonnets traversant le cytosol
- Soutient et produit les mouvements de la cellule (cf cours sur le muscle)



2. Le Cytosol

- Liquide dans lequel les autres éléments du cytoplasme se trouvent en suspension
- Site de la glycolyse et de la synthèse des acides gras

Avec le cytosquelette (microfilaments - microtubules)

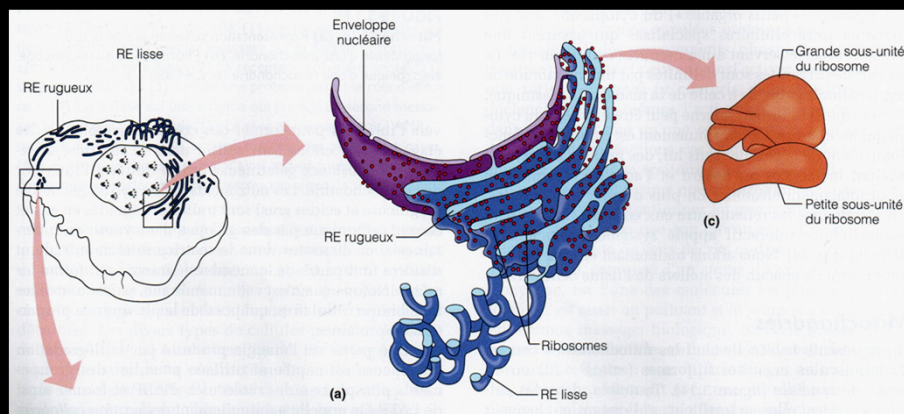
- Réseau complexe de bâtonnets traversant le cytosol
- Soutient et produit les mouvements de la cellule

3. Mitochondrie

- « Usine énergétique » de la cellule
- Production de l'ATP (chaîne respiratoire, cycle de Krebs)

4. Réticulum endoplasmique

- Réseau de tubes interconnectés et de membranes parallèles qui prolonge la membrane du noyau
- 2 types: RE rugueux et RE lisse



Réticulum endoplasmique rugueux

- Surface externe couverte de ribosomes
→ lieu de la synthèse protéique
- « Usine à membrane » (phospholipides, cholestérol)

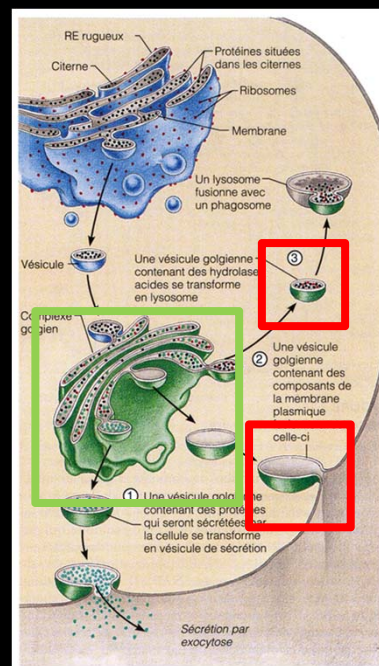
Réticulum endoplasmique lisse

- Prolonge le RE rugueux
- Une fonction principale : Stockage des ions Ca^{2+} (Réticulum sarcoplasmique)

5. Appareil de Golgi

Dirige la plus grande partie du « trafic des protéines » de la cellule:

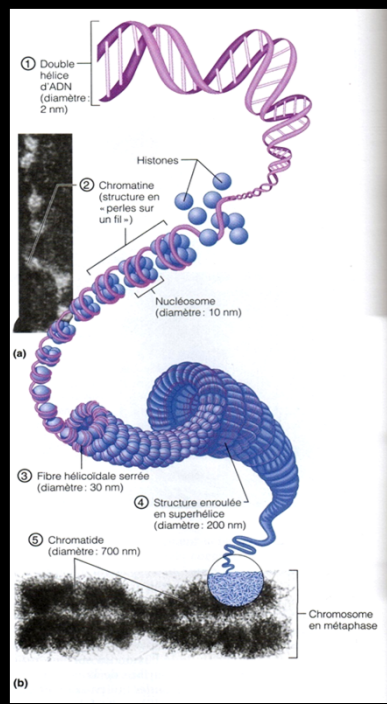
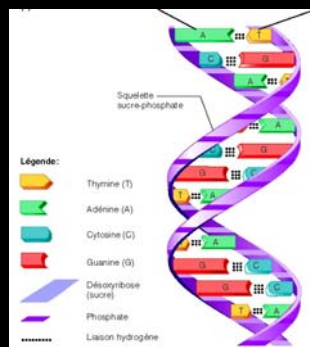
→ modifie, concentre et emballe les protéines selon leur destination finale (exocytose ou dégradation en interne)



6. Noyau

Siège de l'information génétique
(chromosomes)

Acide nucléique
ADN: acide désoxyribonucléique



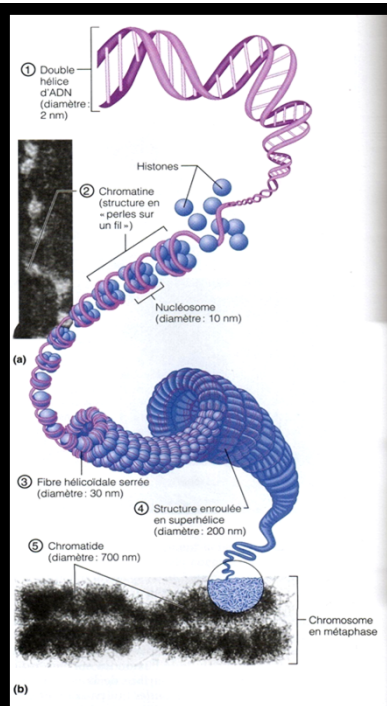
7. Noyau

Siège de l'information génétique
(chromosomes)

→ synthèse des ARN (acide ribonucléique): régulation de l'activité cellulaire : « cerveau de la cellule »

Car responsable de la synthèse des protéines (notamment les enzymes): donc indirectement de la majeure partie de l'activité cellulaire

Exemples?....

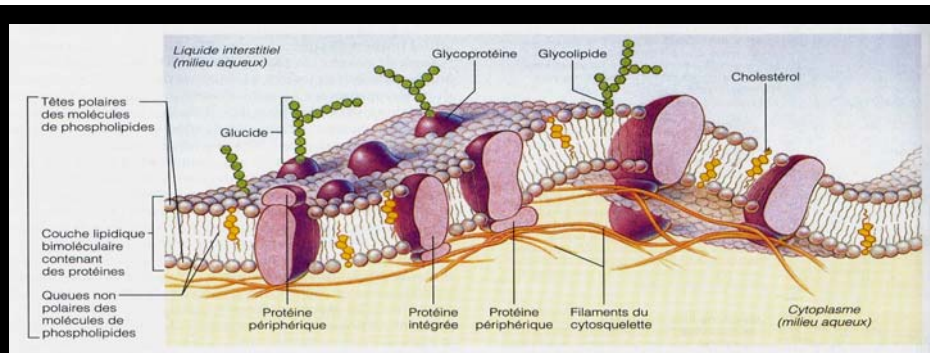


IV. Transports membranaires

1. Introduction

- Les cellules baignent dans un liquide extracellulaire (liquide interstitiel)
- Chaque cellule doit prendre dans ce liquide les substances dont elle a besoin et empêcher l'entrée des substances excédentaires: **Transport membranaire**
- Membrane= barrière à perméabilité sélective ou différentielle

➡ ne laisse passer que certaines substances, en excluant de nombreux produits indésirables (cellule endommagée ➔ barrière perméable)



Il existe **2 types de mouvement** à travers la membrane



A. Transport passif

les molécules traversent la membrane sans que la cellule fournisse d'énergie



B. Transport actif

la cellule dépense une énergie métabolique (ATP) pour transporter la substance en question à travers la membrane

IV. Transports membranaires

1. Introduction

2. Mécanismes passifs

- Rôle: important dans toutes les cellules de l'organisme
- Sens: les molécules vont **des endroits où leur concentration est forte vers les endroits où leur concentration est plus faible**: on dit qu'elles diffusent suivant leur **gradient de concentration**
- + la différence de concentration est élevée, + le mouvement net de diffusion des particules est important.

→ Diffusion simple

→ Diffusion facilitée

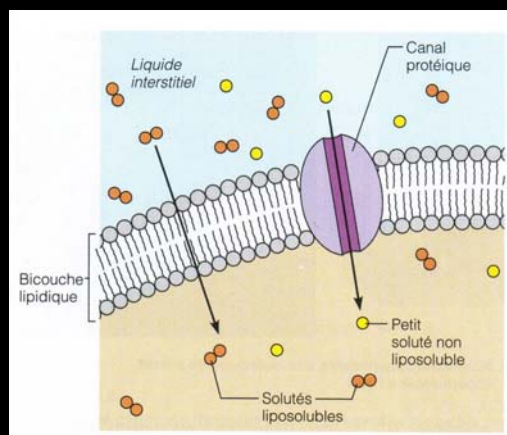
IV. Transports membranaires

1. Introduction

2. Mécanismes passifs

A. Diffusion simple

- **Substances liposolubles** diffusent directement à travers la bicouche lipidique
- O_2 est toujours + concentré dans le sang: passe continuellement dans la cellule
- CO_2 est toujours + concentré dans la cellule: diffuse vers le sang



IV. Transports membranaires

1. Introduction

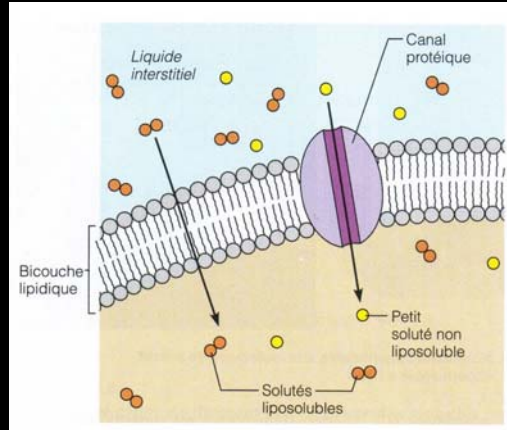
2. Mécanismes passifs

A. Diffusion simple

- **Les substances chargées:** diffusent par des pores si elles sont assez petites (canaux protéiques)

. grosseur des pores varie pour qu'ils soient sélectifs (canaux du sodium)

. soit toujours ouverts, soit répondant à divers signaux chimiques ou électriques



IV. Transports membranaires

1. Introduction

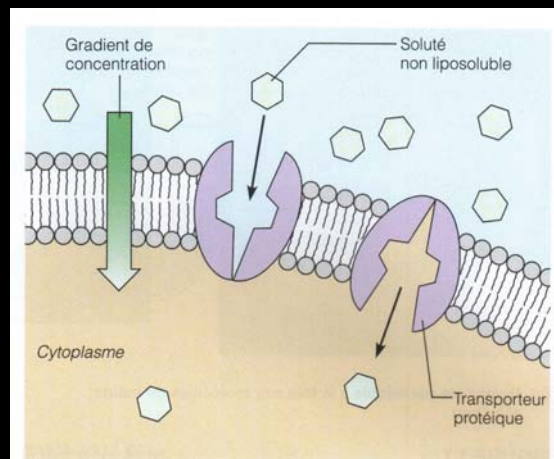
2. Mécanismes passifs

A. Diffusion simple

B. Diffusion facilitée

- Substances non liposolubles et trop volumineuses pour passer par les pores : ex: *Glucose*

- Combinaison à des transporteurs protéiques présents dans la membrane



→ très rapide, extrêmement sélective, limitée par le nombre de récepteurs

IV. Transports membranaires

1. Introduction

2. Mécanismes passifs

A. Diffusion simple

B. Diffusion facilitée

3. Mécanismes actifs

- **Consomme de l'énergie (sous forme d'ATP)**
- Substances trop grosses pour passer (pores ou la bi-couche de lipides membranaire), et substances qui vont **dans le sens opposé du gradient de concentration**
 - Transport actif
 - Transport vésiculaire

IV. Transports membranaires

1. Introduction

2. Mécanismes passifs

A. Diffusion simple

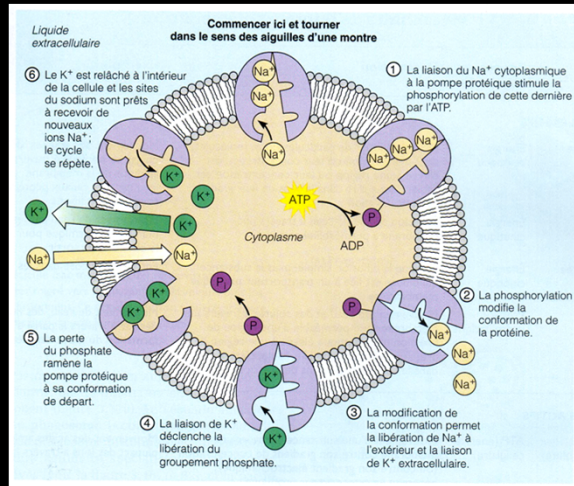
B. Diffusion facilitée

3. Mécanismes actifs

A. Transport actif

A. Transport actif

- Pompage : transporteurs protéiques spécifiques
- Sens: les solutés vont « à contrecourant »: contre leur gradient de concentration → consommation d'ATP



→ Souvent couplés (transport de + d'une substance), exemple: ions

IV. Transports membranaires

1. Introduction

2. Mécanismes passifs

A. Diffusion simple

B. Diffusion facilitée

3. Mécanismes actifs

A. Transport actif

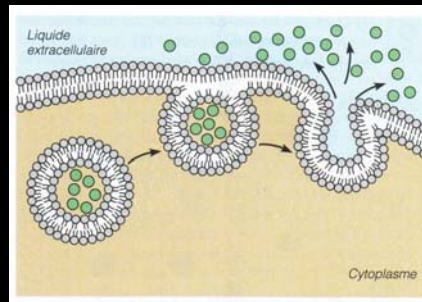
B. Transport vésiculaire

B. Transport vésiculaire

- Grosses particules
- 2 modes :

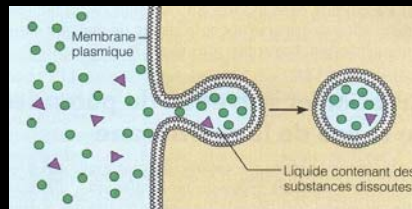
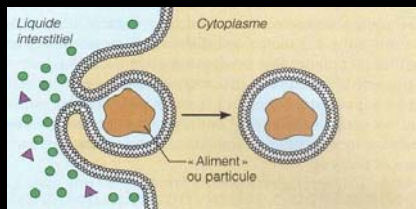
Exocytose:

de l'intra à extra cellulaire
Hormone, neurotransmetteur, déchets...



Endocytose:

de l'extra à intra cellulaire
Hormone, neurotransmetteur, déchets...



V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

Composés inorganiques

Eau + ions } $\approx 60\%$

Composés organiques

Glucides
Lipides
Protéines
Acides nucléiques } $\approx 40\%$

V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

Toute cellule est capable de : Métabolisme + Élimination des déchets + Reproduction + Croissance + Réagir aux stimuli

Métabolisme = ensemble des réactions chimiques intracellulaires

= production et transformation des molécules organiques pour fournir matériel et énergie requis pour la vie

- anabolisme : réactions utilisant de l'énergie chimique et menant à la biosynthèse de macromolécules (ex: protéines) à partir de molécules simples
- catabolisme : réactions libérant de l'énergie chimique par la dégradation de macromolécules (ex: les glucides ou les lipides) en molécules plus simples

V. Métabolisme - composés organiques

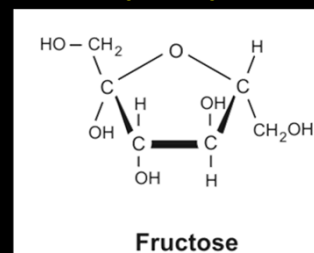
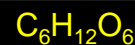
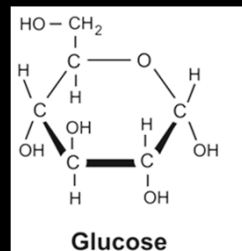
1. Introduction - définition

2. Glucides:

A. Forme simple:

- Sucre simple = monosaccharide
- Carbone + Hydrogène + Oxygène: $C_nH_{2n}O_n$
- Chaîne de 3 à 7 carbones :

= **substrat énergétique**
catabolisme (glycolyse) dans le cytoplasme (sans O_2) et dans les mitochondries (en présence d' O_2)



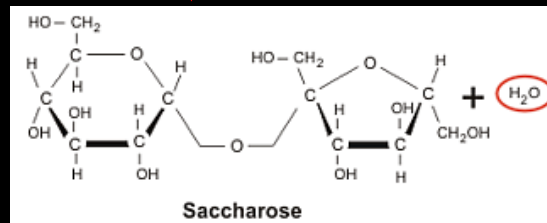
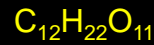
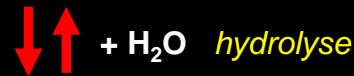
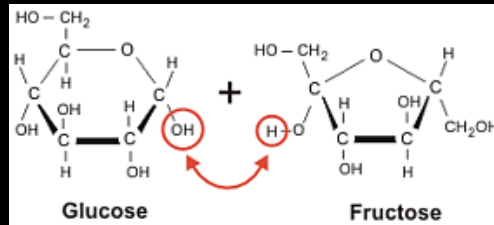
V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

2. Glucides:

A. Forme simple:

- disaccharides : sucre double
- sucrose = saccharose
- maltose = glucose + glucose



V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

2. Glucides:

A. Forme simple:

B. Forme complexe:

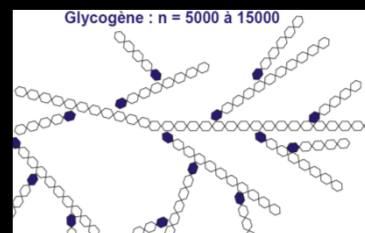
- polysaccharides: longue chaîne de sucres simples

- amidons (alimentation)

- **glycogène: stockage = réserve**

glycogénolyse: dégradation glycogène

glycogénèse: synthèse glycogène



Glucose total (sang, liquides..)	25 g
Glycogène (foie, muscles, coeur...)	450 g
Glucose mobilisable	< 500 g

V. Métabolisme - composés organiques

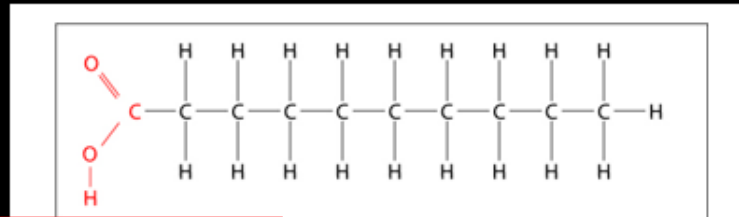
1. Introduction - définition

2. Glucides:

3. Lipides:

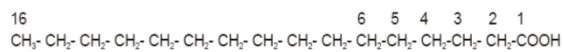
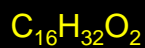
A. Forme simple:

- acide gras : essentiellement Carbone + Hydrogène



- un **groupe acide** carboxylique (-COOH), acide gras saturé

exemple : acide palmitique



Formule

- chaîne courte (<6 atomes de C) à chaîne longue (>10 atomes de carbone)
- saturé = pas de double liaison ou insaturé (1 à plusieurs double liaison C)

- oméga-3 : acide gras polyinsaturés

ex: acide α -linoléique $C_{18}H_{30}O_2$

« acide gras essentiel » car l'organisme ne peut les synthétiser et doivent donc être apportés dans l'alimentation

= **substrat énergétique: catabolisme dans les mitochondries**

V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

2. Glucides:

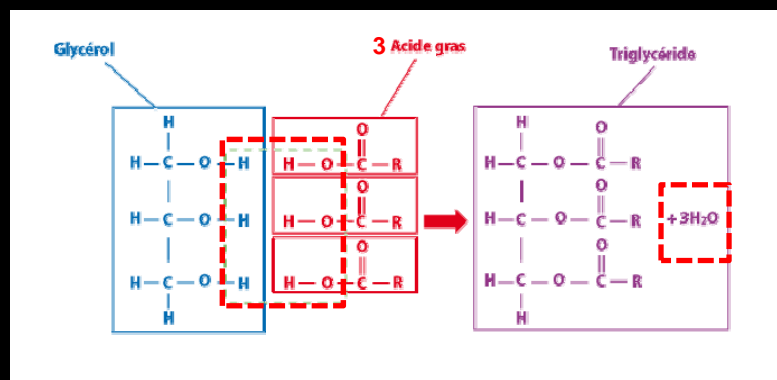
3. Lipides:

A. Forme simple:

B. Forme complexe:

- **Triglycérides** : glycérol + acides gras

V. Métabolisme - composés organiques



Triglycérides: stockage = réserve
dans les fibres musculaires et les cellules du tissu adipeux

V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

2. Glucides:

3. Lipides:

A. Forme simple:

B. Forme complexe:

- **Triglycérides** : glycérol + acides gras

Lipolyse : dégradation des triglycérides

- Phosphoglycérides : membrane
- Autres : stéroïdes, vitamines...

Tableau résumé (sur madoc)

Type de lipide	Localisation - fonction
Graisses neutres: triglycérides	• Dans les tissus adipeux; protègent et isolent; principale source d'énergie stockée
Phospholipides	• Constituants des membranes cellulaires
Stéroïdes - Vitamine D - Hormones sexuelles - Hormones corticosurrénales	• Produite dans la peau par UV; croissance et physiologie des os • Oestrogènes, progestérone, testostérone • Cortisol agit sur le métabolisme pour régulation glucose sanguin
Vitamines liposolubles - A - E - K	• Dans fruits et légumes; intervient dans la vision • Dans les produits végétaux; cicatrisation, fertilité • Coagulation du sang

V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

Les **acides aminés** sont des molécules comprenant un atome de **carbone central**

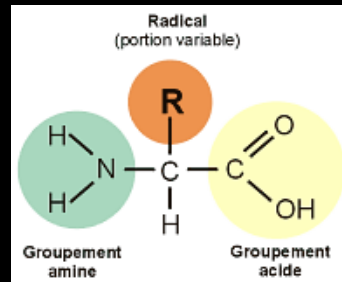
2. Glucides:

3. Lipides:

4. Protéines:

A. Forme simple:

- Acides aminés: C, H, O, N
- 20 AA différents



- un **groupe acide** carboxylique (-COOH),
- un **groupe aminé** (-NH₂),
- un groupe appelé **chaîne latérale** qui diffère selon l'acide aminé.

V. Métabolisme - composés organiques

Acides aminés essentiels

Les acides aminés essentiels sont des acides aminés nécessaires à l'organisme mais qu'il ne peut produire lui-même.

Les acides aminés essentiels doivent donc être fournis par l'alimentation.

Chez l'homme, **huit acides aminés** sont considérés comme **essentiels** : tryptophane, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, valine, leucine et isoleucine.

V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

2. Glucides:

3. Lipides:

4. Protéines:

A. Forme simple:

B. Forme complexe:

- **Protéines:**
macromolécules
constitués d'un
enchaînement particulier
de AA

V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

2. Glucides:

3. Lipides:

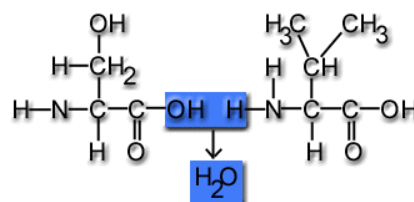
4. Protéines:

A. Forme simple:

B. Forme complexe:

- **Protéines:**
macromolécules
constitués d'un
enchaînement particulier
de AA

Ces acides aminés sont reliés entre eux par une liaison appelée **liaison peptidique** (-CO-NH-).



Formation d'une protéine

V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

2. Glucides:

3. Lipides:

4. Protéines:

A. Forme simple:

B. Forme complexe:

- **Protéines:**
macromolécules
constitués d'un
enchaînement particulier
de AA

Protéosynthèse : synthèse des protéines

Protéolyse : dégradation des protéines

Schéma simplifié

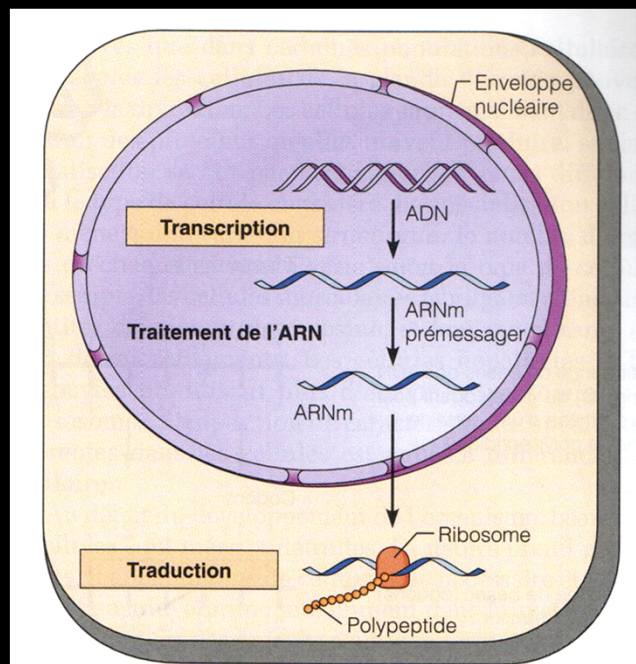


Tableau résumé (sur madoc)

Structure générale	Fonction générale	Exemple
Protéines fibreuses	Construction Support mécanique	<ul style="list-style-type: none"> • Collagène, dans tous les tissus conjonctifs: ciment des os; donne aux tendons et ligaments résistance à l'étirement • Kératine, protéine structurale des poils, cheveux, ongles
	Mouvement	<ul style="list-style-type: none"> • L'actine et la myosine sont des protéines contractiles permettant la contraction (raccourcissement) des muscles
Protéines globulaires	Catalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Les enzymes sont essentielles à presque toutes les réactions biochimiques, en multipliant la vitesse par au moins 1 million
	Transport	<ul style="list-style-type: none"> • L'hémoglobine transporte l'O₂ dans le sang
	Régulation du pH	<ul style="list-style-type: none"> • L'albumine peut servir d'acide ou de base dans un système tampon
	Régulation du métabolisme	<ul style="list-style-type: none"> • Hormone de croissance • Insuline pour la régulation du glucose sanguin
	Défense de l'organisme	<ul style="list-style-type: none"> • Anticorps

V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

2. Glucides:

3. Lipides:

4. Protéines:

A. Forme simple:

B. Forme complexe:

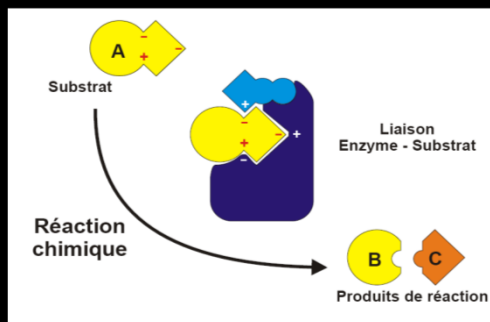
C. Enzyme et réaction chimique:

C. Enzyme et réaction chimique:

Les **enzymes** sont des **catalyseurs**, c'est-à-dire des substances **accélérant** la **vitesse de réactions chimiques**.

Les enzymes sont des **catalyseurs spécifiques** en ce qui concerne les **substrats** et les **réactions effectuées**.

Cette spécificité est le résultat d'un véritable **emboîtement** de l'**enzyme** et du **substrat**.



La vitesse de réaction dépend du nombre de molécules de substrat liées à l'enzyme à un instant donné

V. Métabolisme - composés organiques

1. Introduction - définition

2. Glucides:

3. Lipides:

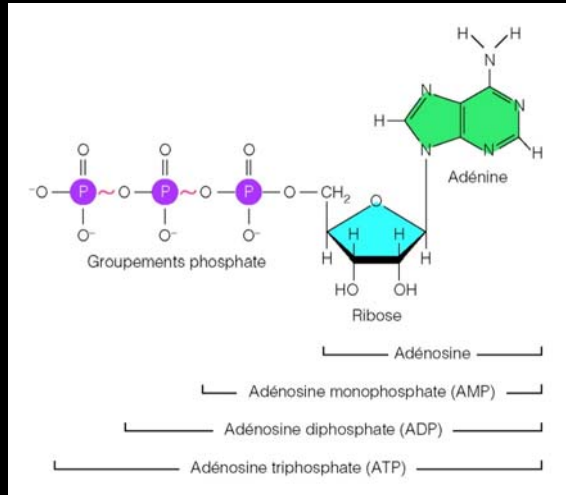
4. Protéines:

5. l'ATP: Adénosine triphosphate

5. l'ATP: Adénosine triphosphate

L'ATP est la **seule source d'énergie utilisable directement par la cellule**

La rupture de la liaison P fournit de l'énergie utilisable immédiatement, et correspondant à l'énergie nécessaire à la plupart des réactions



5. l'ATP: Adénosine triphosphate

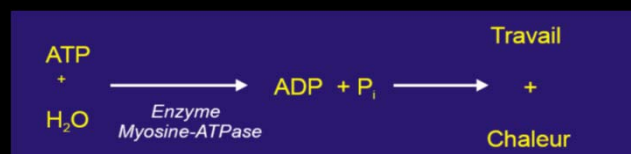
Molécule riche en énergie : s'**hydrolyse** en ADP et phosphate inorganique pour libérer de l'énergie

La dégradation de l'ATP avec production d'énergie correspond à une hydrolyse, c'est à dire une décomposition avec fixation d'eau :



Lors de la contraction musculaire, c'est la myosine (filament formant la fibre) qui est responsable de l'hydrolyse : **myosine ATPase**

Création d'une force par la fibre musculaire (et donc travail)

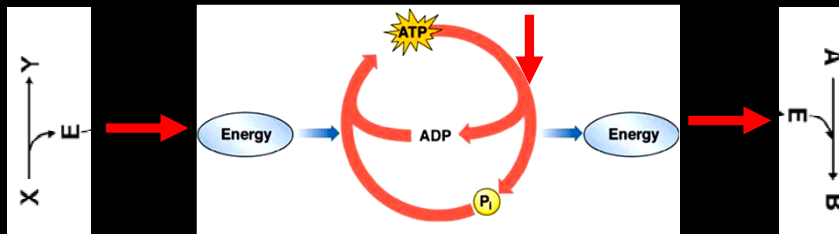


5. l'ATP: Adénosine triphosphate

ATP = carrefour du métabolisme

De même, une réaction (qui libère de l'énergie) peut fournir E nécessaire pour reformer de l'ATP à partir d'ADP et de P_i

E libérée par la transformation de l'ATP en ADP peut servir à activer une réaction (qui nécessite de l'énergie)



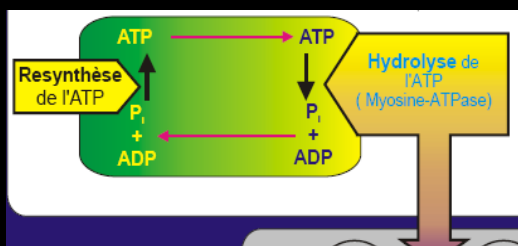
Attention !!! La molécule d'ATP n'est pas une réserve d'énergie : stocks très faibles ne permettant en théorie que quelques contractions

Donc plutôt un moyen de la transférer
→ Analogie monnaie

DONC → nécessité de refaire de la monnaie régulièrement



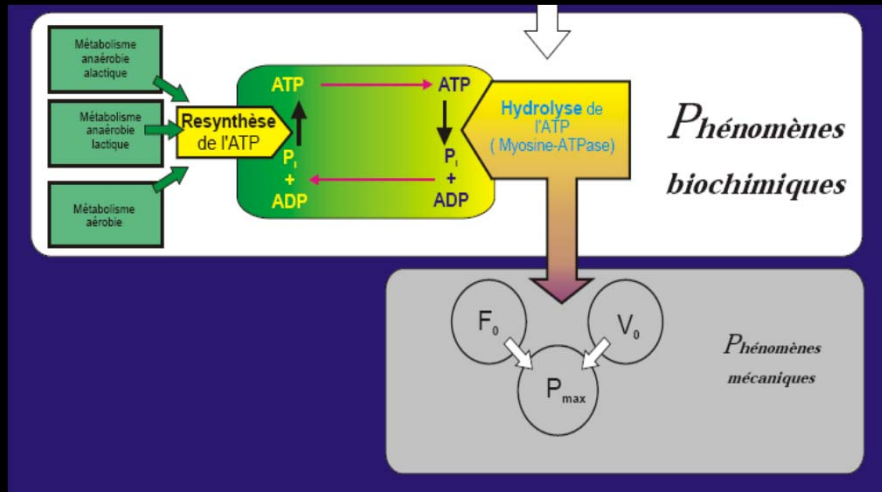
La cellule a besoin de petite monnaie



La poursuite de l'exercice exige donc la **resynthèse de l'ATP**:

le muscle va puiser dans des réserves d'énergie non directement utilisable (substrats) : **phosphocréatine, glucides, lipides**

3 principaux métabolismes énergétiques permettent la resynthèse de l'ATP au cours de l'exercice



→ Cours BIOENERGETIQUE