

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
UNIVERSITE DES FRERES
MENTOURI CONSTANTINE

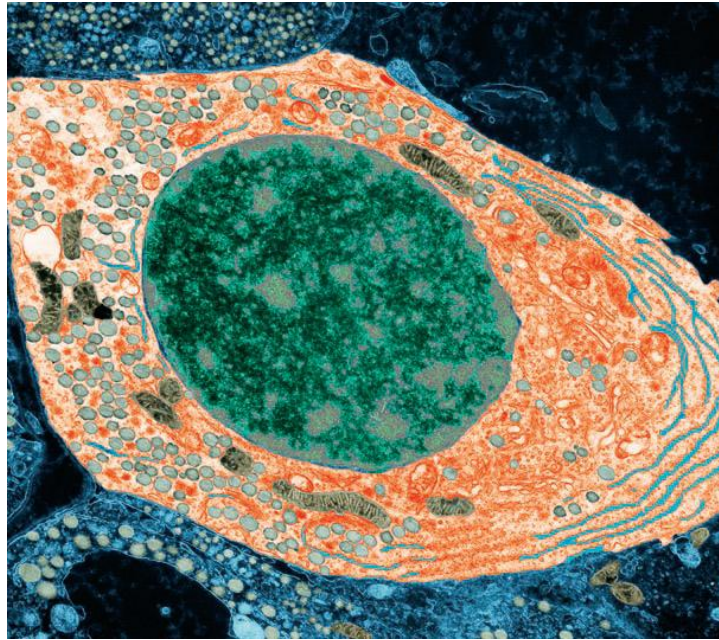
Institut des Sciences Vétérinaires
معهد العلوم البيطرية
Département de préclinique
قسم ما قبل العيادي



Polycopié pédagogique

CYTOLOGIE GENERALE

Corrigé type des évaluations



Dr ALLAOUI. ASSIA
Maitre de conférences A

Module de Cytophysiologie
Première Année Docteur Vétérinaire

Année universitaire 2023-2024.

SOLUTION DES EXERCICES

CHAPITRE 1 : Introduction à la cytologie

1. Donner la définition des termes suivants

Cytologie, Cellule, Molécules biologiques, Macromolécules, ATP

Cytologie : (Cyto : Cellule /Logie : Etude) est l'étude microscopique de la morphologie de la physiologie et de la fonction de la cellule vivante en général, quelles que soient son origine - animale, végétale, etc.

Cellule

La cellule est l'unité structurale, fonctionnelle et reproductrice constituant tout ou partie d'un être vivant (à l'exception des virus).

Elle forme un compartiment cloisonné par une membrane dans lequel sont regroupées toutes les molécules du vivant. Sans cette membrane ces biomolécules seraient diluées dans le milieu environnant. Tout être vivant (donc tout organisme) est soit une cellule isolée, soit une association de plusieurs cellules.

Chaque cellule est une entité vivante qui, dans le cas d'organismes multicellulaires, fonctionne de manière autonome, mais coordonnée avec les autres. Les cellules de même type sont réunies en tissus, eux-mêmes réunis en organes.

Molécules biologiques

Les molécules biologiques sont constituées à partir de squelettes carbonés dans lesquels les atomes de carbone sont liés entre eux ou avec des atomes d'oxygène, d'hydrogène, d'azote, de phosphore ou de soufre. On distingue quatre grands types moléculaires : les glucides, les lipides, les acides aminés et les acides nucléiques

Macromolécules

Les composés organiques peuvent être divisés en deux grands groupes en fonction de leur masse molaire : les molécules de faible masse molaire et celles de masse supérieure à 10^4 Da, qualifiées de macromolécules. En fait, seuls les glucides, les acides aminés, les acides nucléiques et les phénols peuvent former des macromolécules, les lipides ayant toujours une masse molaire inférieure à 750 Da. La matière vivante comprend ainsi quatre grands types de macromolécules, constituées en général de sous unités appartenant à une même famille chimique : les polysides sont constitués de sucres simples, les protéines : constituées

d'acides aminés 20 différents, les acides nucléiques sont constitués nucléotides et les polyphénols qui sont des polymères de phénols.

ATP : Adenosine triphosphate. Nucléoside triphosphate contenant de l'adénine. Ces caractéristiques structurales lui confèrent un certain nombre de fonctions au sein des cellules. En effet, son rôle énergétique est indispensable pour la cellule car il libère de l'énergie au cours de l'hydrolyse de ses liaisons phosphate. De plus il est le précurseur de l'Adénosine monophosphate cyclique (AMPc) : Molécule de communication intracellulaire (second messenger) courante chez les Eucaryotes.

2. Les principales classes de cellules

Le monde des cellules est subdivisé en deux grandes classes qui sont fondamentalement différents sur la base de leur structure interne et de leur organisation générale ; il s'agit des **Procaryotes** ou cellules à «noyau primitif », et des Eucaryotes ou cellules « à noyau vrai ». Les premiers recouvrent les Bactéries, au sens large, tandis que les seconds sont représentés surtout par des êtres pluricellulaires : les Algues, les Champignons, les Végétaux (êtres autotrophe photosynthétiques et immobiles) et les Animaux (Etres pluricellulaires hétérotrophes en général mobiles).

3. Description de la structure générale interne de la cellule Eucaryote

Toute cellule consiste en une masse liquide, le **cytoplasme**, circonscrite par une fine **membrane**, et incluant divers **organites**, toutes structures possédant une fonction physiologique, reproductrice ou génétique précise.

- La membrane plasmique ou plasmalemme

Délimitant la cellule, la membrane à perméabilité sélective contrôle à la fois passivement et activement les échanges entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule.

- La paroi

La membrane des cellules des végétaux est extérieurement doublée d'une épaisse paroi de cellulose assurant résistance et rigidité à la cellule. Les cellules animales ne présentent pas de paroi cellulaire

- Le noyau

Le noyau régit la croissance et la multiplication cellulaire.

- Le cytoplasme

Le cytoplasme, c'est-à-dire l'intérieur de la cellule à l'exclusion du noyau, contient toute la machinerie physiologique cellulaire, dont celle permettant d'exécuter les instructions envoyées par le noyau.

- Le réticulum endoplasmique

Le réticulum est un réseau de citernes aplaties au sein du cytoplasme. Les protéines synthétisées sont contenues et maturées dans le réticulum.

- Les ribosomes

Les ribosomes sont des granulations situées principalement à la surface d'une partie du réticulum; ils assurent la synthèse des protéines.

- Les centrioles

Les centrioles forment les pôles qui permettent la division cellulaire: ils sont les "ancres" vers lesquelles les chromosomes se rassemblent au cours de la division cellulaire.

- Le cytosquelette

Le cytosquelette est un ensemble de polymères protéiques microtubules microfilaments et filaments intermédiaires constituant l'armature intracellulaire. Le cytosquelette n'a pas d'équivalent chez les Procaryotes et représente une différence fondamentale entre les procaryotes et les eucaryotes.

- Les mitochondries

Les mitochondries produisent l'énergie nécessaire à la vie de la cellule: ils sont le siège de nombreuses réactions chimiques dont la respiration.

- Les plastes

Présents chez les végétaux, les plastes contiennent l'amidon et des pigments cellulaires, dont la chlorophylle; ils sont le siège de la photosynthèse.

- L'appareil de Golgi

Appelé dictyosome dans les cellules végétales, l'appareil de Golgi accumule et mature les sécrétions protéiques cellulaires.

- Les lysosomes

Présents seulement dans les cellules animales, les lysosomes contiennent les enzymes lytiques permettant la digestion cellulaire.

- Les peroxysomes

Les peroxysomes contiennent des enzymes catalysant des réactions au cours desquelles du peroxyde d'hydrogène est formé ou décomposé.

- Les vacuoles

Les vacuoles sont de grands sacs membranaires qui accumulent l'eau en excès, des pigments et divers solutés.

- L'hyaloplasme ou cytosol

L'hyaloplasme ou cytosol est le liquide cytoplasmique; milieu dans lequel baignent les organites précédemment cités, il contient des enzymes, des sucres, des vitamines et divers précurseurs et est hautement structuré par le cytosquelette.

4. Les cellules végétales recèlent-elles des mitochondries? Expliquez votre réponse.

Oui. Les cellules végétales peuvent produire leurs propres glucides par photosynthèse, mais dans ces cellules eucaryotes les mitochondries sont les organites capables de générer de l'énergie à partir des sucres, une fonction essentielle dans toutes les cellules.

5. Du point de vue de la structure, la principale différence entre les cellules des Animaux et des Végétaux d'une part et celles des eucaryotes unicellulaires d'autre part réside dans la communication directe du cytoplasme d'une cellule avec le cytoplasme d'une autre cellule. Cette communication est assurée par les plasmodesmes, dans le cas des cellules végétales, et par les jonctions ouvertes, dans le cas des cellules animales ; ces canaux assurent la continuité entre le cytoplasme des cellules voisines.

6. Les structures, qui se trouvent uniquement dans les cellules végétales sont Chloroplastes/ Vacuole centrale /Paroi cellulaire /Plasmodesmes

7. Le composant cellulaire qui se trouve uniquement dans les cellules procaryotes est :
Le plasmide.

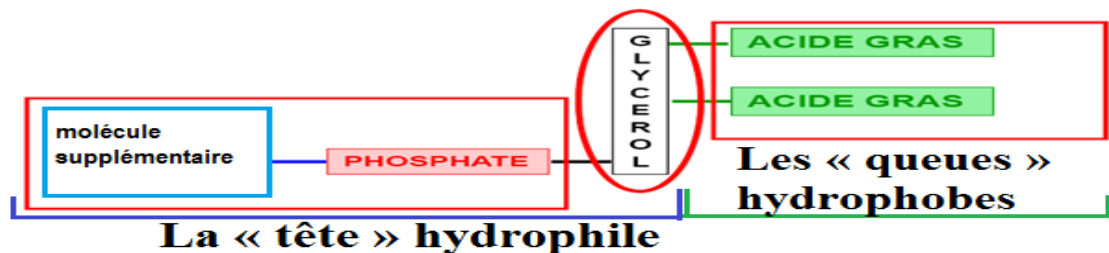
CHAPITRE 2: La membrane plasmique.

1) Pourquoi la membrane plasmique est-elle asymétrique ?

- La membrane plasmique ne présente pas une composition chimique homogène.
- Tous les motifs glucidiques liés aux lipides ou aux protéines sont tournés vers l'extérieur de la cellule, contribuant à une forte asymétrie de la structure membranaire. Les fibrilles du matériel glycoprotéique sont disposées perpendiculairement au plan de la membrane et forment un film de revêtement fibrillaire appelé cell-coat ou fuzzy-coat ou glycocalix.
- Le feuillet interne porte du côté hyaloplasmique un feutrage micro filamentaire qui unit la membrane plasmique au cytosquelette.

2) Quelles sont les molécules constitutives d'un glycérophospholipide ? comment celui-ci est-il organisé ?

Un phosphoglycérolipide est un lipide composé d'une molécule de glycérol unie à deux acides gras et à un groupement phosphate qui est lui-même lié à une molécule supplémentaire : glycérol, éthanolamine, inositol, sérine ou choline. Le glycérol et le phosphate forment la « tête » hydrophile, et les chaînes hydrocarbonées des acides gras, les « queues » hydrophobes (figure ci-dessous).



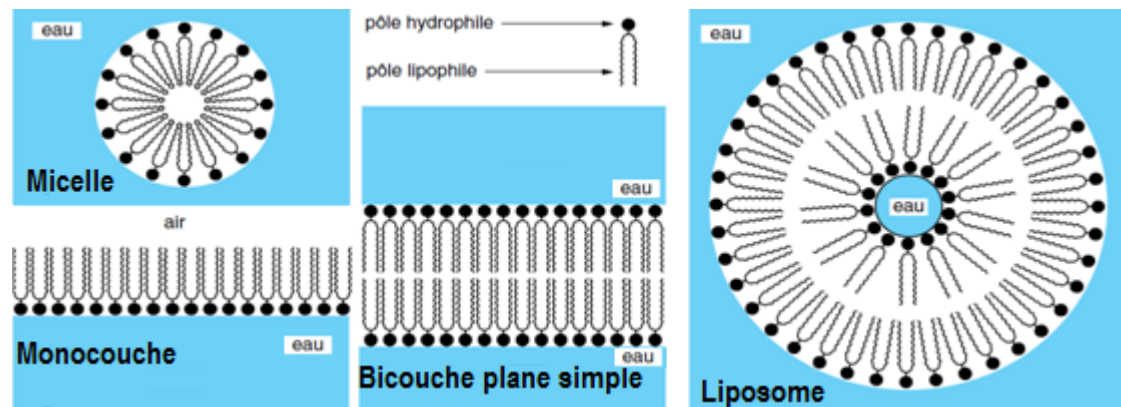
3) Qu'appelle-t-on «auto-assemblage» ? donner quelques exemples d'édifices supramoléculaires issus de ce phénomène.

Auto-assemblage est le phénomène par lequel diverses molécules (simples ou bien macromolécules) s'associent spontanément y compris *in vitro* (c'est-à-dire à l'extérieur de l'organisme et dans un milieu artificiel, comme dans un tube à essai.) pour former des édifices de grande taille, dits supramoléculaires. ces derniers forment le pont entre le monde des molécules et celui des organites. On peut citer les membranes biologiques, les ribosomes, les micro-filaments d'actine, les microtubules,....

4) Décrire et schématiser les structures formées par autoassemblage obtenus à partir de mélanges de phospholipides purifiés et d'eau.

Monocouches :

Lorsqu'on dépose une goutte d'une solution organique de phospholipides (ou d'acides gras) à la surface de l'eau, ceux-ci forment, après évaporation du solvant, une couche monomoléculaire (**monocouche**) à l'interface air/eau. Ce film occupe le maximum de surface disponible et est constitué de molécules, toutes orientées de la même façon, les groupements hydrophiles plongeant dans l'eau, les chaînes hydrophobes faisant saillie au dessus de la surface, vers l'air. L'étude biophysique de tels films artificiels est d'un intérêt considérable pour la compréhension de la structure et des propriétés des membranes biologiques (en particulier leur cohésion).



Schémas des différentes structures formées par autoassemblage obtenus à partir de mélanges de phospholipides purifiés et d'eau

Micelles

Ces structures sont obtenues lorsqu'on agite violemment un mélange d'eau et de lipides. Étant insolubles, ces derniers ne peuvent se disperser individuellement ; en revanche, ils forment des microgouttelettes constituées de centaines ou de milliers de molécules, dont le cœur est formé des chaînes hydrophobes et dont la surface entre en contact avec l'eau environnante grâce aux têtes hydrophiles ; ce sont les micelles. Leur taille n'excède jamais quelques nanomètres de diamètre (en fait, le double de la longueur des acides gras).

Bicouches

Dans certaines conditions expérimentales, il est possible d'obtenir, au lieu de micelles, des structures constituées de deux couches de lipides opposées par leurs domaines hydrophobes. Ces bicouches peuvent être planes ou bien, lorsqu'on disperse mécaniquement les

phospholipides dans l'eau (de façon assez violente), s'organiser en vésicules closes appelées liposomes. Les bicouches planes obtenues à partir de lipides connus sont très utiles pour étudier les phénomènes de perméabilité membranaire car on sait séparer, grâce à elles, deux compartiments aqueux dont la composition en solutés est contrôlable. De plus, des bicouches asymétriques (dont la composition lipidique est différente pour les deux monocouches juxtaposées) sont aisément réalisables. Enfin, des édifices constitués de plusieurs bicouches planes superposées, rappelant certaines structures membranaires biologiques (par exemple, les gaines de myéline des axones), ont permis de mieux comprendre leur architecture fine.

5) Durant leur séjour dans l'épididyme, les spermatozoïdes subissent de nombreux remaniements dans la composition biochimique de leurs membranes plasmiques. On note notamment des changements dans la composition des lipides membranaires par l'accroissement des acides gras courts et non saturés et la diminution du rapport cholestérol / phospholipide.

- **Quel est le rôle des acides gras courts et insaturés dans la composition des lipides membranaires?** Les acides gras insaturés possèdent dans leur chaîne carbonée une ou plusieurs doubles liaisons, ce qui leur donne une structure non linéaire. Plus une bicouche lipidique est riche en acides gras courts et insaturés, plus elle constitue un assemblage souple et fluide.
- **Quelle est la fonction du cholestérol membranaire lors des variations des températures du milieu cellulaire?** Le cholestérol présente une conformation rigide au niveau de son noyau tétracyclique et souple au niveau de sa chaîne hydrophobe. Au niveau des membranes biologiques, il présente un effet tampon puisqu'il tend à empêcher les acides gras d'entrer en contact étroit et d'établir des liens solides lorsque la température de transition est atteinte, et au contraire à les maintenir associés aux températures élevées. Son effet varie en fonction de la composition globale de la membrane ; son encombrement tend à écarter les chaînes rigides d'acides gras saturés (et donc à augmenter la fluidité) et au contraire à stabiliser les chaînes insaturées, qui sont au départ moins tassées les unes sur les autres (diminution de la fluidité).
- **Quelle est l'utilité des ces changements spécifiques de la composition lipidique au niveau de la membrane plasmique des spermatozoïdes?**
Ces changements spécifiques permettent d'atteindre la fluidité membranaire requise

6) Qu'appelle-t-on « protéine intrinsèque » et « protéine extrinsèque » dans les membranes biologiques ? comment les distingue-t-on techniquement ?

Une protéine intrinsèque est profondément enchâssée dans la bicouche, ou bien elle y est ancrée par des lipides ou des acides gras.

Une protéine extrinsèque est faiblement liée aux protéines intrinsèques, et est forcément située de part et d'autre de la membrane elle-même.

Ces deux catégories de molécules se distinguent techniquement par le fait que l'on peut aisément, ou pas, les décrocher de la membrane par des traitements physico-chimiques légers (pH, force ionique).

7) Qu'appelle-t-on « protéine à traversée unique » et « protéine à traversées multiples » ?

Une protéine à traversée unique possède une seule hélice ou un seul segment transmembranaire. Tandis qu'une protéine à traversées multiples en possède plusieurs (parfois plus d'une dizaine).

CHAPITRE 3 : Transports et diffusions à travers la membrane plasmique des petites et des macromolécules.

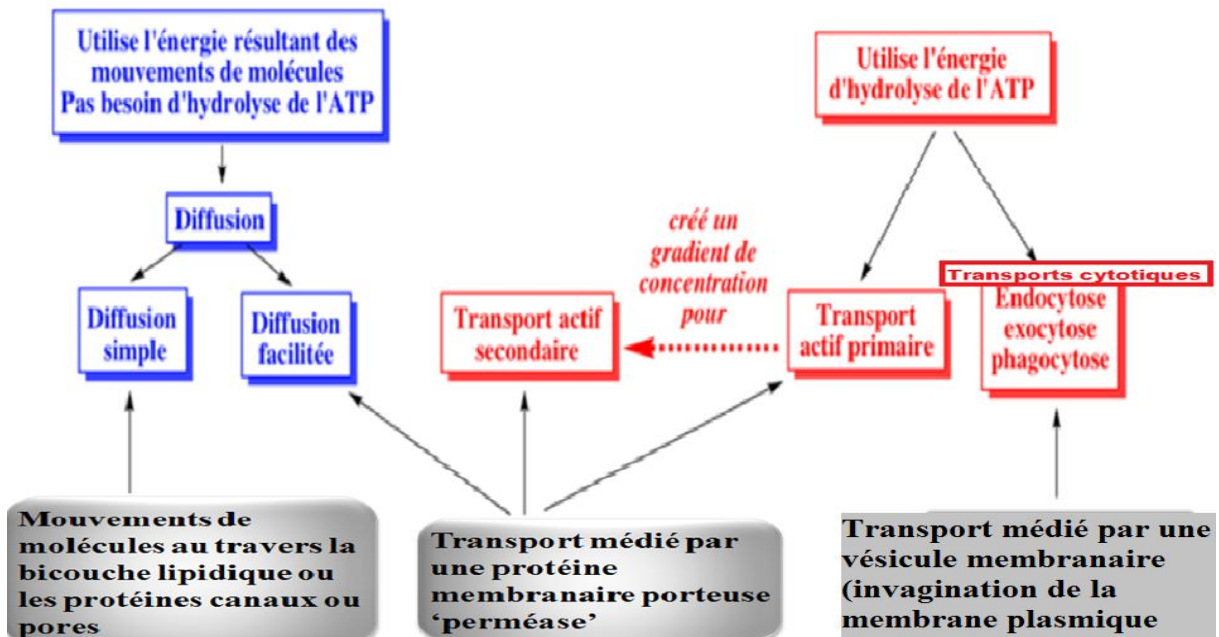


Figure : Les différents systèmes de transport membranaire utilisés par la cellule.

- Lors du transport passif l'énergie résulte des mouvements de molécules (pas d'hydrolyse d'ATP) ce mode de transport est appelé : diffusion simple et facilitée.

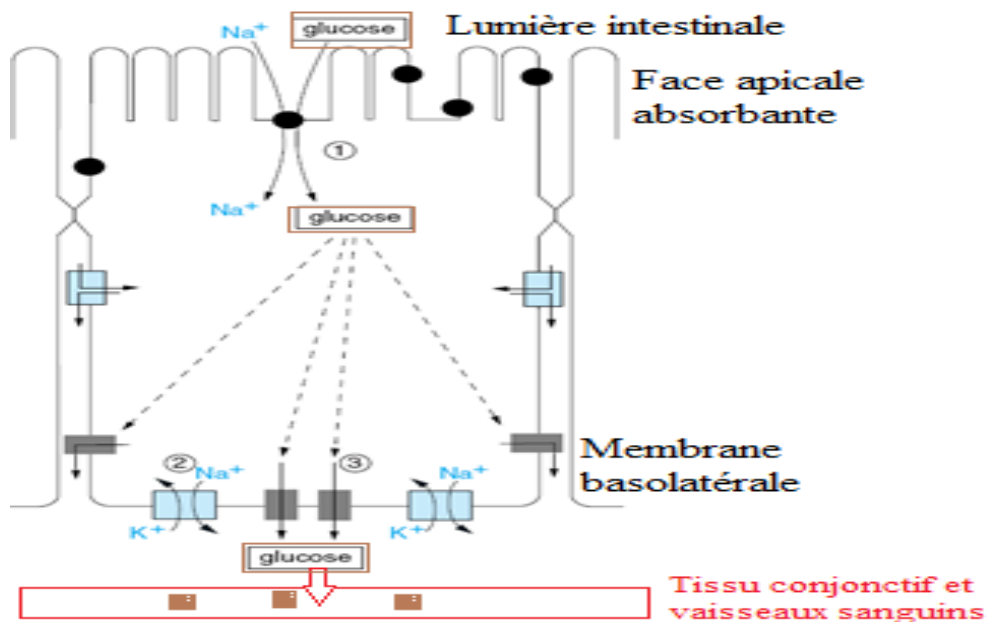
2) **Les pores** sont des voies peu sélectives pour les petites molécules et empêchant le passage des grosses molécules polymériques telles que les protéines, ou les polysides

Les canaux *sensu stricto* constituent des voies de plus petit diamètre et sont en général sélectifs

Une perméase est une protéine ou un édifice de plusieurs protéines trans-membranaires responsables du transport. Le terme de perméase a été choisi par analogie avec les enzymes. Toutefois, si l'ensemble des perméases «catalysent» le transport au travers des membranes plasmiques seules certaines d'entre elles possèdent une véritable activité enzymatique (fournissant l'énergie nécessaire au transport et dans ce cas elles sont appelées **pompes**). Les perméases lient d'une manière spécifique la molécule à transporter cela provoque le changement de leur conformation ensuite la molécule à transporter sera libérée de l'autre côté

de la membrane. La perméase peut fonctionner dans les deux sens on parle de « ping –pong » notamment dans les cellules du foie : après un repas le glucose va entrer dans la cellule ; en période de jeun c'est l'inverse.

3) Lorsqu'un seul composé est transporté, on parle d'**uniport** ; Lorsque deux solutés (ou plus) sont transportés simultanément (phénomène de **couplage**), on parle de **cotransport** lorsque le transport de deux solutés se fait dans le même sens, on parle de **symport** ; s'il se fait dans des directions opposées (échange), on parle d'**antiport**.



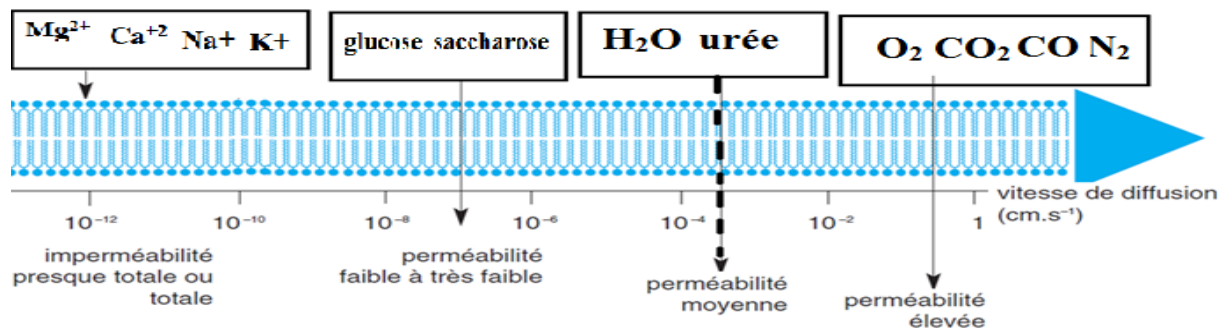
4) **Figure** : les différents modes de transport du glucose depuis la lumière intestinale au sang

5) **Tableau** : comparaison entre la diffusion simple et la diffusion facilitée

	diffusion simple	diffusion facilitée
source d'énergie	L'énergie résulte des mouvements des molécules pas besoin d'hydrolyse d'ATP	
gradient de concentration	Les molécules passent du milieu où elles sont plus concentrées vers le milieu le moins concentré	
type et nature des molécules à transporter	<p>Pour la diffusion à travers la bicouche lipidique : molécule Lipophile ou suffisamment petite si elle est hydrophile (l'éthanol par exemple).</p> <p>La diffusion simple à travers les canaux : les ions Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Cl⁻</p>	Mono saccharides, acides aminés, nucléoside
nature et nom des transporteurs permettant la diffusion	<p>Pour les molécules hydrophobes : la diffusion se fait à travers la bicouche lipidique</p> <p>Pour les ions et l'H₂O: protéines tunnels, pores, canaux ou conductines.</p>	protéines porteuses appelées perméases
modèle typique	L'H ₂ O diffuse par les aquaporines par osmose	Transporteur du Glucose GluT au niveau des hépatocytes
Caractéristiques de ces mécanismes de transport	<p>Diffusion lipophile :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Processus non spécifique relativement lent et limité ne dépassant pas 5% à 10%. -Plus la concentration de la substance à transporter augmente plus la vitesse de transport augmente -Les molécules très petites non chargées traversent très rapidement la bicouche lipidique -La forme moléculaire: les molécules globulaires à structure symétrique diffusent plus rapidement 	<ul style="list-style-type: none"> - la perméase peut fonctionner dans les deux sens on parle de « ping –pong » - Les perméases lient d'une manière spécifique la molécule à transporter - compétition entre deux molécules chimiquement voisines - mécanisme saturable

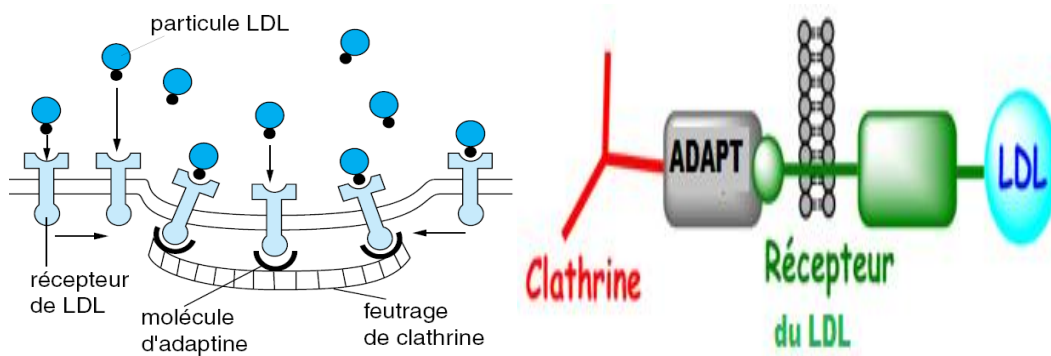
6) Les cellules cardiaques maintiennent des concentrations cytoplasmique très faibles en ions Ca²⁺ grâce à un système à haute capacité permettant l'exportation du calcium intracellulaire vers le domaine extracellulaire ; ce système est composé : d'une part par la pompe Ca ATPase dépendante : L'activité de la pompe Ca/ATPase est déclenchée par l'hydrolyse d'ATP, suivie par l'expulsion ou le passage simultané de deux ions Ca²⁺ vers le milieu extracellulaire et d'autre part par un système antiport (échangeur Na⁺/Ca⁺⁺). Dans ce cas 3 ions sodium entrent et un ion Ca⁺⁺ est expulsé. De plus la membrane du réticulum sarcoplasmique lisse des cellules musculaire est riche en pompe l'ATPase Ca²⁺ (90% des protéines membranaires) cela permet à cet organelle de jouer le rôle d'un réservoir permanent de Ca⁺⁺. A l'intérieur du réticulum endoplasmique la concentration en Ca²⁺ libre est tamponnée par la calciréticuline, une protéine qui fixe 20 ions Ca²⁺ par molécule.

Exercice 1



Exercice 2

- a) Molécules impliquées dans la situation contrôle : clathrine, Adaptine, récepteur du LDL (LDLR) et LDL



- b) **Figure** : schéma décrivant le lien entre les molécules.

- c) **La clathrine** et d'autres protéines d'adaptation constituent, dans le cytoplasme, un réseau à maille pentagonale et hexagonale dont les remaniements accompagnent la déformation de la membrane plasmique puis le bourgeonnement de la vésicule d'endocytose
- d) 1. L'absence d'ADAPT augmente l'internalisation du LDL. **Faux**
- d) 2. L'ADAPT diminue le taux de LDL dans le milieu de culture. **Vrai**
- d) 3. L'adaptine et la clathrine sont d'autres types de récepteur du LDL. **Faux**
- d) 4. L'ADAPT, en interagissant avec la clathrine, pourrait participer à l'endocytose des récepteurs du LDL. **Vrai**

CHAPITRE 4 : LE CYTOSQUELETTE ET SES FONCTIONS BIOLOGIQUES

Q R O C

1. **Les structures stables construites à partir des microfilaments :** Les microfilaments constituent des structures stables telles que les microvillosités des cellules épithéliales absorbantes (plateaux striés et bordures en brosse), les stéréocils des cellules de l'oreille interne, les ceintures d'adhérence des cellules épithéliales, les sarcomères des cellules musculaires striées (cardiaques ou squelettiques).
2. **La cytochalasine** empêche l'actine de polymériser, elle inhibera donc le déplacement de la cellule via la formation de pseudopodes, mais n'agira pas sur la motilité flagellaire, basée, elle, sur le glissement des microtubules.
3. **Non**, seules les cellules épithéliales expriment de **la kératine**.
4. Puisque la colchicine inhibe la polymérisation des microtubules, elle va interférer avec la répartition des chromosomes, mais **n'influencera pas la cytokinèse**, car celle-ci est due à la contraction du système actine-myosine de l'anneau contractile.
5. **Les filaments intermédiaires forment des édifices stables**, chimiquement et structurellement, car ils sont formés de structures filamenteuses au départ, associées les unes aux autres par une multitude de liaisons faibles. Bien qu'ils soient issus d'un phénomène d'autoassemblage, ils sont donc très difficiles à se désorganiser. **On les trouve en abondance dans pratiquement tous les types cellulaires :** cellules épithéliales, cellules nerveuses, ou cellules musculaires.
6. **Les filaments intermédiaires entrent en contact direct** avec deux sortes de structures membranaires bien visibles en microscopie électronique, et qui appartiennent aux jonctions intercellulaires ou de liaison avec la matrice extracellulaire : les desmosomes ponctuels et les hémidesmosomes.

Exercice :

- 1) Les noms qu'on peut attribuer à la structure G sont : **cil ou flagelle**
- 2) le gamète mâle (**le spermatozoïde**).
- 3) le rôle de cette structure G est de **faciliter les mouvements cellulaires**
- 4) La structure D est un **doublet périphérique de microtubules**
- 5) Le temps de la demi-vie moyenne de ce filament est de **20 secondes à 10 minutes**
- 6) La propriété fondamentale qui préside à la formation in vitro ou in vivo de ce filament protéique est **L'autoassemblage** qui se réalise spontanément si la concentration en tubuline dépasse un certain seuil critique
- 7) Ce filament est présent dans toutes les cellules Eucaryotes **à l'exception des Hématies**
- 8) La structure C est appelée **Centrosome**. Il est formé de deux centrioles.
- 9) La structure C représente **le centre organisateur des microtubules** (structure D).
- 10) La protéine E est appelée **nexine** 11) La nexine **relie les doublets ou les triplets de microtubules** ce qui permet la stabilisation de ces édifices (cil, flagelle, centrosome)
- 12) La protéine F est appelée **Dynéine**.
- 13) L'hydrolyse de l'ATP par les têtes de chaque bras de la dynéine provoque leur déplacement vers l'extrémité négative des microtubules, située dans le corpuscule basal, ce qui permet le glissement des doublets les uns par rapport aux autres et donc la courbure et le mouvement du flagelle.
- 14) La protéine F est elle associée au **flux membranaire rétrograde**.
- 15) La partie A. est appelée **axonème**
- 16) La partie B. est appelée **corpuscule basal**
- 17) Les structures A, B et C. **sont des structures stables**

CHAPITRE 5 : LE SYSTEME END-MEMBRANAIRE

1. Le Réticulum Endoplasmique (RE) est l'un des plus grands organites de la majorité des cellules **Procaryotes**. Il se présente sous la forme d'ensemble polymorphe de cavités, limitées par une **double** membrane. **Eucaryote /Seule**
2. Les protéines fabriquées dans le RER peuvent subir la N-glycosylation : fixation d'oligosaccharide sur l'extrémité **COOH** de l'acide aminé asparagine, **toutes** les asparagines le long de la chaîne protéique seront concernées. **NH₃ /seules quelques uns**
3. Les ribosomes effectuent l'assemblage des acides aminés en protéines au niveau de la **lumière** du RER. La protéine nouvellement assemblée passe dans la **membrane** du REG, où elle sera modifiée **membrane/ Lumière**
4. Le REL des cellules musculaires striées est un réservoir permanent de **Mg⁺⁺**. La libération massive de cet ion par le REL **inhibe** la contraction des muscles striés. **Ca⁺⁺ /Active**
5. La métabolisation des substances toxiques, au niveau du REL permet de les rendre plus **lipophiles** ce qui facilite leur élimination. La membrane du REL des hépatocytes est riche en enzymes à cytochrome P450 qui permettent la **déméthylation** de ces drogues. **Hydrosoluble/ hydrolyse**
6. Dans les cellules à vocation **non glandulaire**, l'appareil de Golgi est généralement représenté par de nombreux dictyosomes. Les saccules de la face trans des dictyosomes représentent la face **d'entrée**, qui est en continuité avec le réseau trans-golgien. **glandulaire /de sortie**
7. La O-glycosylation et la sulfatation des protéines sont des processus qui permettent le **clivage** des protéines, ils se réalisent au niveau du **RER. la maturation / l'appareil de Golgi**

8. La détoxification des drogues liposolubles s'effectue au niveau de l'appareil de golgi par hydroxylation grâce aux enzymes protéolytiques. **REL/ à cytochrome P450**

9. Les peroxysomes appartiennent au système endo-membranaire et ont pour rôle de dégrader certains métabolites grâce à la β -oxydation. Les peroxysomes se présentent par centaines dans le cytoplasme de la grande majorité des cellules procarvotes. **N'appartiennent pas /Eucaryote**

10. Les lysosomes appartiennent au système endo-membranaire et ont pour rôle de dégrader certains métabolites grâce à la β -oxydation. Les enzymes lysosomales ne sont actives qu'à pH neutre. **L'hydrolyse /acide**