

Biologie Cellulaire

LAS - 2025/26

TUTORAT RENNAIS

Nous vous rappelons que pour chacune des UE PASS/L.AS, les évaluations portent uniquement sur les éléments produits par les enseignants lors de l'année universitaire en cours (diaporamas projetés pendant les cours, informations données oralement, supports déposés sur moodle, ...).

Ainsi, ces livrets, mêmes s'ils sont basés sur les cours des enseignants, sont réalisés par nos équipes de tuteurs et tutrices : les erreurs sont possibles. Ce livret élaboré par le tutorat n'est pas opposable en cas de litige.

SOMMAIRE

INTRODUCTION A LA BIOLOGIE CELLULAIRE 5
VOS TUTRICES EN BIOCELL :) 5
PRESENTATION DE LA MATIERE 5
PROGRAMME 5
EXAMEN 6
LE TUTORAT ET LA BIOCELL 6

METHODOLOGIE - BIOLOGIE CELLULAIRE 7

GENERALITES SUR LA CELLULE 9
PROPRIETES FONDAMENTALES DES CELLULES 9
LES 8 PROPRIETES FONDAMENTALES A SAVOIR 9
CLASSIFICATION DES CELLULES 10

LA MEMBRANE PLASMIQUE 12
LES PROTEINES MEMBRANAIRES 12
TRANSPORTS MEMBRANAIRES 13
TRANSPORTS PERMEATIFS 13
TRANSPORTS CYTOTIQUES 14

MITOCHONDRIES ET PEROXYSOMES 16
MITOCHONDRIES VS PEROXYSOMES 16
LES SPECIFICITES 16
MORPHOLOGIE 16
LA MITOCHONDRIE 17
COMPOSITION CHIMIQUE 17
TRANSLOCATION DES PROTEINES MITOCHONDRIALES SYNTHETISEES DANS LE CYTOSOL 18

LE CYTOSQUELETTE 20
LES MICROFILAMENTS 20

STRUCTURES 20
PROPRIETES 20
FONCTIONS 21
PROTEINES ASSOCIEES AUX MICROFILAMENTS 21
LES MICROTUBULES 23
STRUCTURES, PROPRIETES ET FONCTIONS 23
PROTEINES ASSOCIEES AUX MICROTUBULES 24
LES FILAMENTS INTERMEDIAIRES 25
STRUCTURES 25
PROPRIETES 25
FONCTIONS 25
NOTES PERSONNELLES 26

LE RETICULUM ENDOPLASMIQUE 27
LES PROTEINES DU RE 27
BIOSYNTHESE ET MATURATION DES PROTEINES 27
ADRESSAGE CO-TRADUCTIONNEL AU RE 27

L'APPAREIL DE GOLGI 30
ULTRASTRUCTURE 30
TRANSPORTS ANTEROGRADE ET RETROGRADE 30
FONCTIONS 30

LES LYSOSOMES 32
FONCTIONS DES LYSOSOMES 32
PATHOLOGIES ET STRATEGIES THERAPEUTIQUES 33

FAQ - FORUM 35
GENERALITE SUR LA CELLULE 35
MITOCHONDRIES ET PEROXYSOMES 35
LE CYTOSQUELETTE 36
LA MEMBRANE PLASMIQUE 36
LES LYSOSOMES 37
L'APPAREIL DE GOLGI 37

INTRODUCTION A LA BIOLOGIE CELLULAIRE

Vos tutrices en Biocell :)

Eloise : LAS 1 Psychologie en 2024-2025, en 2ème année de médecine,

Léopoldine : LAS BECV en 2023-2024, en 3ème année de médecine.

Présentation de la matière

La **Biocell** va te permettre d'approfondir ta connaissance de la cellule. Tu la connais déjà un peu grâce au collège et au lycée, mais au premier semestre ce sont de véritables "dates" que tu vas passer avec elle. En Biocell tu vas étudier la **cellule** d'un point de vue **structural et fonctionnel.** Au début c'est un peu casse tête, il y a plein de nouveaux mots et de nouveaux concepts, mais tu verras que tout est lié et qu'il existe une vraie logique ! C'est une bonne nouvelle pour toi, ça veut dire que cette matière allie **apprentissage** et **compréhension** (et pas que du par coeur bête et méchant, youpi) ! Les cellules sont essentielles au fonctionnement des organismes vivants, d'où l'intérêt d'apprendre à mieux les connaître.

Programme

Voici le programme de Biologie cellulaire, et des résumés vulgarisés pour mieux contextualiser les matières !

Généralités sur la cellule : c'est une petite mise en bouche qui introduit la cellule, ses propriétés et sa classification. Il est important pour commencer à comprendre les éléments essentiels de la cellule, mais tu verras qu'une fois tous les autres cours vus, celui-ci te paraîtra évident.

Membrane plasmique et transports membranaires : Tu as déjà entendu parler de la membrane plasmique : c'est elle qui sépare le cytoplasme du milieu extracellulaire (MET). Dans ce cours tu vas découvrir tous ses rôles, sa composition biochimique mais également ses transports membranaires qui permettent d'échanger et de communiquer entre le cytoplasme et le MET. On te conseille de jeter un coup d'œil aux fiches de ce livret, ou aux bonus des tuteurs pour te faciliter la compréhension sur la partie des transports membranaires.

Mitochondries et peroxysomes : Les mitochondries sont une sorte de petites usines qui transforment de l'énergie en ATP (une autre forme d'énergie qui va facilement être mobilisable par la cellule). En ce qui concerne les peroxysomes (cours de 2 pages ça régale), il est spécialisé dans des réactions oxydatives. Par exemple, c'est lui qui va permettre d'éliminer une grande partie de l'alcool ingérée après une soirée arrosée.

Cytosquelette : Sans doute une nouvelle notion pour toi. Le cytosquelette est en quelque sorte la charpente de la cellule. Il permet notamment de maintenir sa forme. Ce cours décrit les 3 "polymères fibreux" qui le composent : les microfilaments, les microtubules et les filaments intermédiaires.

Réticulum endoplasmique (RE) : Le RE est en continuité avec le noyau. Un nom un peu barbare mais on se familiarise vite. Ses rôles sont la biosynthèse des protéines et des lipides, ainsi que le stockage du calcium et l'interaction avec d'autres organites ou avec la membrane plasmique.

Appareil de Golgi (A2G ou ADG) : L'A2G n'est pas très loin du RE. C'est d'ailleurs une sorte de "station de tri" qui oriente et répartit ce qui sort du RE. Un autre de ses rôles est la synthèse des glucides que l'on appelle glycosylation.

Lysosomes : Ils sont la déchetterie de la cellule. Ce sont eux qui s'occupent de dégrader et de recycler les "déchets" qui se retrouvent dans la cellule. Mais évidemment, ils ont d'autres rôles que tu auras largement le temps de découvrir d'ici le concours.

Examen

C'est une série de QCM (environ 15) portant sur tous les cours de la matière. Certains cours retombent plus souvent que les autres (Réticulum endoplasmique ++, Membrane plasmique/mitochondries et péroxysomes/cytosquelette + (répartition basée sur les années précédentes)). Entrainez-vous un maximum avec les annales lorsque vous vous sentirez prêts pour la biocell, y'a rien de mieux (NB : notez les erreurs dans un cahier peut être une bonne technique, vous pourrez alors les revoirs à la veille de l'examen par exemple)

Le Tutorat et la Biocell

Notre rôle de tut' est de vous aider durant cette année difficile ! Pour ça, on vous prépare plein de coups de pouces et d'accompagnements en bioCell

Vous aurez à votre disposition sur le site du Tutorat :

- Le **livret du Tuteur de Biocell** : mais quasi plus besoin de vous le présenter ;) C'est ici que vous trouverez des fiches sur les cours afin de faciliter votre compréhension et apprentissage !
- Les **frappes des cours** (retranscriptions des capsules vidéos)
- Le **forum**. Si tu as des questions en biocell, n'hésite pas à nous les poser sur le forum !
- Un **planning conseil**, pour vous aider à vous organiser. Il contient les dates des conférences.
- Les **conférences classées.** Ce sont des QCMs qui vous permettront de vous entraîner sur chaque cours afin d'être prêt le jour J.
- Les **sujets des conférences** (on vous explique ça juste en dessous)
- Les **sujets et corrections d'examens blancs**
- Et ce que vous attendez tous : les **sujets et corrections d'annales** ! Ce sont les plus représentatifs de l'examen. Alors n'hésitez pas à les faire, refaire, et refaire dans les jours précédant le concours !

Les événements en présentiel :

- La **pré-rentrée** ! Ce sera notre premier contact, on aura deux heures pour vous parler de Biocell et de conseils pour cette matière.
- Les fameuses **conférences**. On se retrouvera pour deux conférences en bioCell au S1 (vous trouverez les dates dans le planning conseil). Comment ça se passe ? On vous prépare des sujets de QCMs, on les publie dans la rubrique Actualités, vous les faites chez vous, et on se retrouve le soir pour les corriger, répondre à vos questions et vous donner des astuces.
- **L'examen blanc**. Il a souvent lieu après les vacances de la Toussaint. C'est un bon entraînement pour le jour J. Même si vous ne vous sentez pas prêt dans la maîtrise des cours, on vous conseille de le faire. Cela permet d'apprendre à se connaître en conditions d'examens. En observant vos réactions à l'examen blanc (stress, sommeil, concentration, temps nécessaire pour le sujet…), vous pourrez profiter des semaines suivantes pour apprendre à gérer tout ça, afin d'être au top de vos capacités le jour du CC. Une frustration marquante : un seul examen d'une heure et demie (vérifiez quand même les modalités d'examen, elles peuvent changer) évalue des mois d'apprentissage intense. Évidemment c'est important de maîtriser les cours pour le CC, mais **c'est tout aussi important** de se préparer mentalement et physiquement aux conditions d'examens.

METHODOLOGIE - BIOLOGIE CELLULAIRE

Témoignages de méthodes de travail :

« Ma méthode n'était pas particulière à la biocell, mais elle a bien fonctionné pour moi lors de ma P1. Je faisais d'abord un bon passage de lecture (focus ++), puis le lendemain, j'apprenais ce même cours une bonne fois. Ensuite je repasse dessus 2 à 3 fois dans la semaine en lecture active. Une fois la semaine passée, je le revois de temps en temps (en fonction de la taille du cours, vous le reverrez plus ou moins).

Cette méthode s'applique très bien si vous suivez le planning du tut'. Vous pouvez vous répartir les premières lectures des cours de la semaine les premiers jours et le moment où vous les apprenez bien se programment instinctivement.

Exemple d'une semaine type avec 4 cours :

LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI	DIMANCHE
Cours 1 et 2 en lecture focus (si temps revoir cours des semaines précédentes + QCM)	Cours 3 et 4 en lecture focus Cours 1 (par coeur) (si temps revoir cours des semaines précédentes + QCM)	Cours 2 et 3 par coeur (si temps lecture active cours 1, sinon revoir cours des semaines précédentes + QCM)	Cours 4 par coeur (si temps lecture active cours 2,3 sion revoir cours des semaines précédentes + QCM)	lecture active cours 1 et/ou 2 et/ou 3 et/ou 4 (si temps revoir cours des semaines précédentes + QCM)	lecture active cours 1 et/ou 2 et/ou 3 et/ou 4 (si temps revoir cours des semaines précédentes + QCM)	lecture active cours 1 et/ou 2 et/ou 3 et/ou 4 (si temps revoir cours des semaines précédentes + QCM)

Nb :

- Adapter le planning en fonction de la charge que demandent les cours de la semaine
- Ne pas hésitez à faire des QCM si vous ne vous sentez pas efficace sur le moment (le but c'est de ne pas perdre son temps ;))
- Évidemment =>> ne pas oublier sa majeur (=priorité) !! »

" Ma méthode en biocell :

*Pour **m'organiser** dans mes révisions, j'utilisais la très célèbre méthode des J. On trouve un super site qui explique la méthode des J et aide à s'organiser. Je te mets un petit QR code si cette manière de t'organiser t'intéresse. Perso j'utilisais un agenda papier, tout dépend des préférences.*

Méthode des J :

*Pour **apprendre** voici tous les petits tips que j'utilisais :*

- *A chaque découverte d'un cours, je commençais par faire une **carte mentale** avec les titres et sous-titres du cours. Je faisais ça pour saisir la globalité du cours et pour mieux comprendre ce que j'allais lire puis apprendre (et c'était hyper utile pour organiser le cours dans la tête ahah. Mais aussi par la suite pour me tester, en utilisant la technique de la **feuille blanche** à partir de chaque titre).*
- *Toujours lors de la première découverte du cours, je faisais une **lecture active**. Le but était de finir le cours en ayant compris ce que je venais de voir et de pouvoir en ressortir des infos à court terme.*
- *Dans les matières avec des mots à rallonges et venus d'une autre planète (la biocell !!!! et l'histo aussi) j'allais chercher **l'étymologie** ou **la signification** de certains radicaux que l'on retrouve souvent. Par exemple pour : Hydrolyse, glycogénolyse… lyse = "destruction". Ça me faisait gagner beaucoup de temps dans l'intégration du mot et dans la compréhension de son rôle.*
- *Je faisais aussi des **fiches** <u>après</u> avoir relu et surligné mon cours. Et je les **accrochais** sur ma porte de salle de bain dédiée à la biocell. (J'avais organisé mes murs comme des cahiers, le plus c'est que tout était visible directement). Et comme ça je pouvais être dynamique en révisant selon mes J.*
- *Une fois mes fiches maîtrisées, je repassais sur mon cours pour recopier dans un **carnet** les détails que je n'avais pas mis sur mes fiches et que je ne connaissais pas encore (mais il ne restait souvent plus grand chose).*
- *Les **vidéos sur Youtube** sont super utiles pour illustrer les notions de biocell difficiles !*
- *Et évidemment les **QCMs !!!!!!!***

N'oublie jamais que la MEILLEURE méthode est <u>la tienne</u> !!! Cette année t'est dédiée ! Tu vas sans doute apprendre à mieux te connaître et tant mieux, parce qu'écouter tes besoins et prendre en considération tes limites est simplement **<u>fondamental</u>** ! On nous répète sans cesse que se comparer aux autres est contre productif : c'est tout à fait vrai ! Peut-être que sur le papier la qualité ou les vantardises de telle personne te décourageront, mais cette année tu verras beaucoup de faux semblants. Alors tant que tu es honnête avec toi-même au sujet de l'efficacité de travail que tu fournis, que tu sais ce que vaut ta méthode de travail (grâce à des remises en question notamment), ainsi que la valeur de tes pauses : alors tu as toutes tes chances ! Prépare-toi comme pour un marathon (pas besoin de savoir courir pour celui-là) : ceux qui partent trop rapidement et trop fort tombent vite. Mais ceux qui tiennent jusqu'au bout sont ceux qui avancent foulée après foulée, jouant la carte de l'endurance plutôt que celle de l'intensité ! **Et une dernière chose : je t'annonce que cette année est à ta hauteur !**"

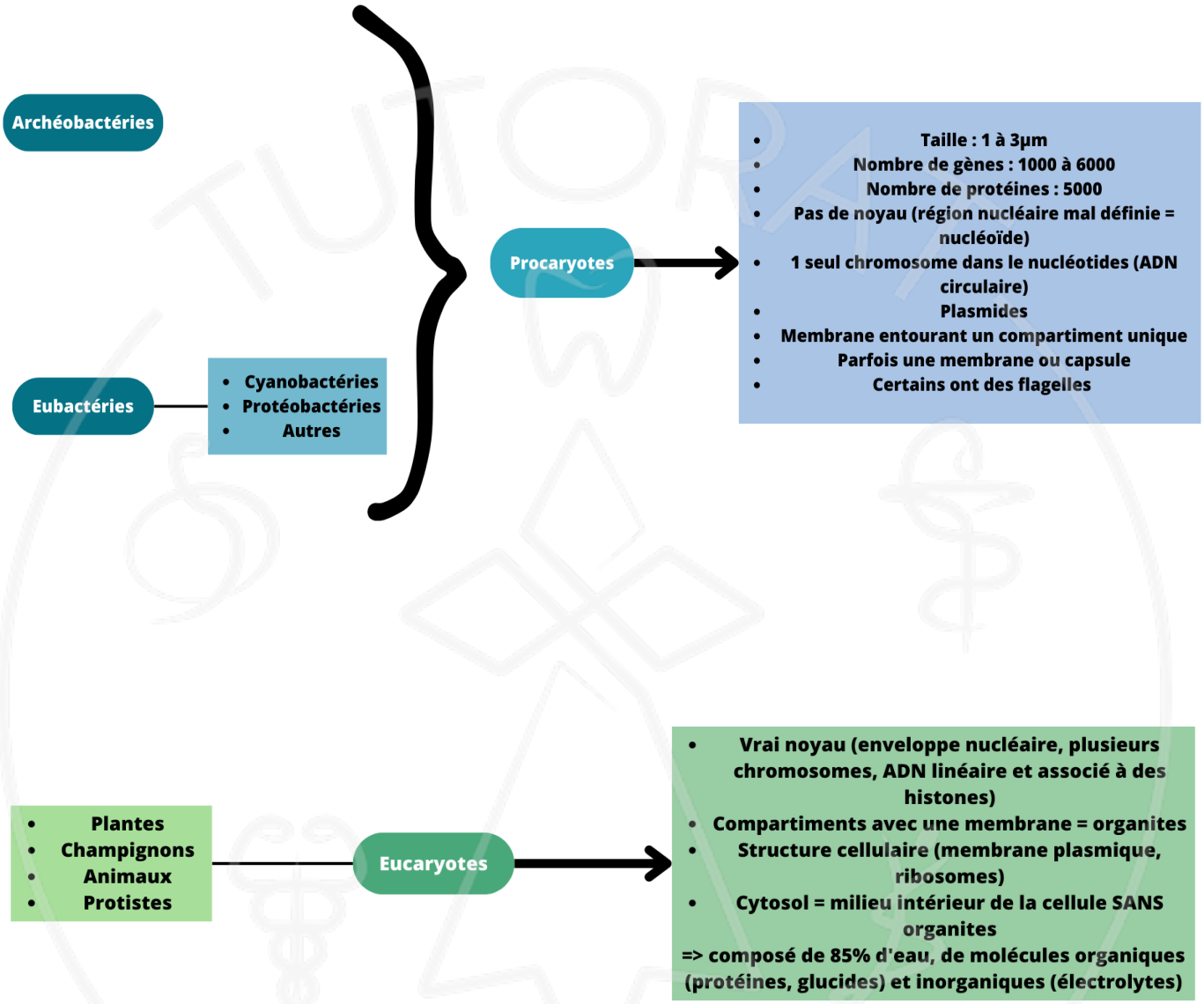
GENERALITES SUR LA CELLULE

PROPRIETES FONDAMENTALES DES CELLULES

Les 8 propriétés fondamentales à savoir



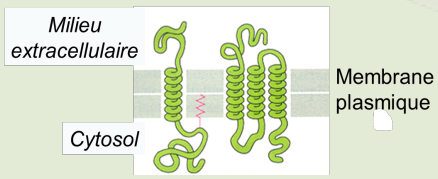
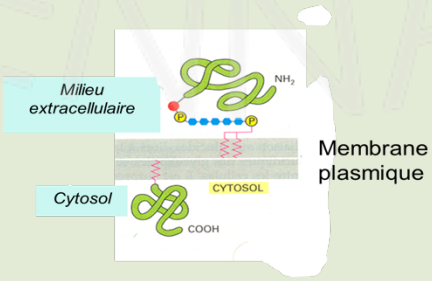
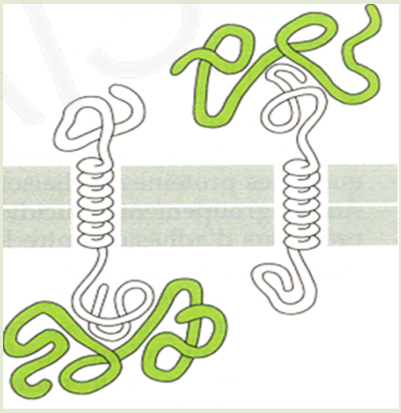
Classification des cellules



Notes personnelles

LA MEMBRANE PLASMIQUE

LES PROTEINES MEMBRANAIRES

Protéines périphériques = extrinsèques	**Protéines ancrées par un lipide**	**Protéines transmembranaires = intrinsèques**
Totalement extérieur à la membrane Les régions EC sont glycosylées Liaisons faibles aux protéines transmembranaires -> possible sur les deux feuillet de la membrane aux lipides -> uniquement possible sur le feuillet interne	Totalement extérieur à la membrane plasmique Ancrées dans 1 seul feuillet (interne ou externe) par une liaison covalente -> si ancrées dans feuillet externe (protéine dans le milieu EC) elles sont glycosylées	Occupent toute l'épaisseur de la membrane
Hydrophiles	Hydrophiles	Amphiphiles : Régions hydrophobes (dans la bicouche lipidique) -> 20 à 30 aa non polaires, en hélice alpha le plus souvent, avec un ou plusieurs passages Régions hydrophiles (hors de la bicouche) -> aa hydrophiles, les régions EC sont glycosylées
Fonctionnent des deux côtés -> support mécanique (réseau tapissant la face cytosolique) -> protéines de signalisation (transmissions de signaux EC vers l'intérieur de la cellule)	Fonctionnent que d'un côté car ancrées dans un seul feuillet -> protéines de signalisation ++	Fonctionnent des 2 côtés de la membrane -> protéines de signalisation -> protéines de transport
		

TRANSPORTS MEMBRANAIRES

Transports perméatifs

Transports perméatifs

Energie ?

Actifs
=
-> énergie
-> contre leur gradient électrochimiques
-> protéines de transports de type perméase

Passifs
=
-> pas d'énergie
-> dans le sens du gradient électrochimique

Source d'énergie ?

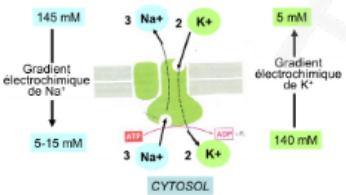
Transporteur ?

Pompes ATP-ase

Exemple Na+/K+ ATPase

entrée de 2 ions K+ et sortie de 3 ions Na+

Intervention d'un cycle de phosphorylation et de déphosphorylation de la protéine
-> changement de conformation -> entrée ou sortie des ions

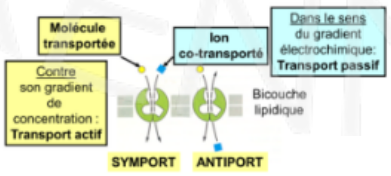


Co-transports

La molécule co-transporté circule dans le sens de son gradient (passif) -> elle apporte de l'énergie

La molécule a transporté circule contre son gradient (actif) -> consomme l'énergie apportée

- Symport : les deux molécules vont dans le même sens
- Antiport : les deux molécules circulent en sens inverse

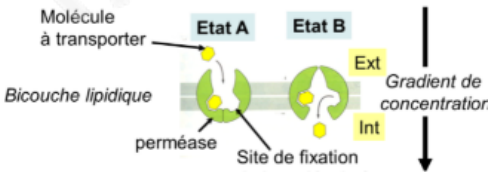


Diffusion simple

Concerne les molécules franchissant rapidement la membrane (molécules hydrophobes, petites molécules polaires non chargées)

Transport facilité

- Perméases
site de liaison spécifique,
ouverture réversible,
transport saturable,
vitesse moyenne
-> au max, transport de 100aines ou 1000iers de molécules
- Canaux protéiques
pas de changement de conformation au cours du transport,
les pores sont ouverts des deux côtés de la membrane,
vitesse rapide
exemple : aquaporines (3 milliards de molécules/s), canaux ioniques (+ieurs millions/s)



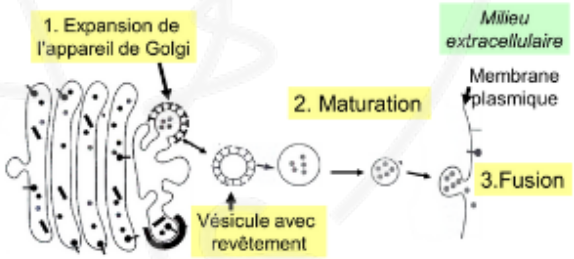
Transports cytotiques

Transports cytotiques
=
- macromolécules, particules, cellules
- déformation de la membrane plasmique,
- intervention du cytosquelette,
- consommation d'énergie (ATP ou GTP)

Endocytose
=
invagination de la membrane plamsique

Exocytose

Exportation de molécules dans le MEC via des vésicules sécrétoires -> fusion avec la membrane -> libération du contenu + apport de membrane à la membrane plasmique

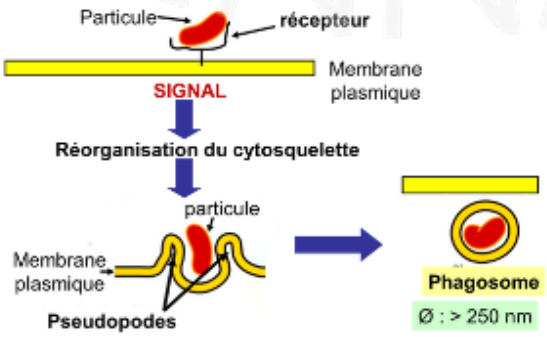


Endocytose à clathrine

- Diamètre de 100 à 150 nm
- structure en forme de corbeille
- spécifique d'un ligand (LDL, transferrine, certains facteurs de croissances) -> la fixation ligand/récepteurs déclenche l'endocytose

Phagocytose

- Diamètre > 250 nm
- la particule à ingérer est reconnue par un récepteur -> formation de pseudopodes par réorganisation du cytosquelette -> entourent la particules -> vésicule = phagosome
- rôle de défense ++
- cellules concernées : macrophages, PNN, PNE, et les cellules épithéliales (moins efficaces)



Notes personnelles

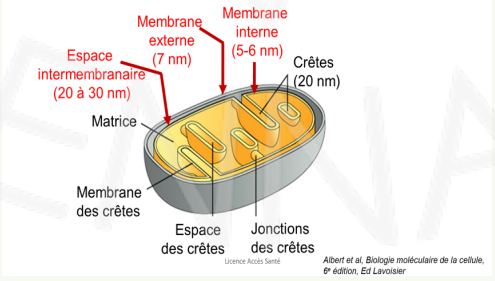
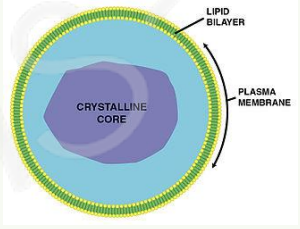
MITOCHONDRIES ET PEROXYSOMES

MITOCHONDRIES VS PEROXYSOMES

Les spécificités

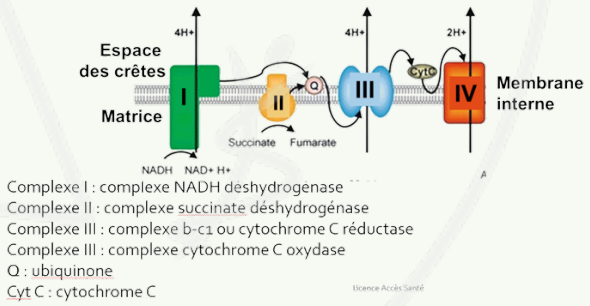
	Mitochondrie	Peroxysome
Nombre de membranes	2	1
Production d'ATP	Oui	Non
ADN	ADNmt	Non
Ribosomes	Mitoribosomes	Non

Morphologie

	Mitochondrie	Peroxysome
Longueur	1 à 2 µm (jusqu'à 7µm)	Entre 0.1 et 1.5µm
Diamètre	0.5 à 1µm	
Forme	Bâtonnets allongés ou granules arrondis	En réseau Présentent une inclusion paracristalline
Nombre	Proportionnel au volume de la Cellule Jusqu'à 25% du volume cellulaire Augmente en fonction de l'activité cellulaire Plusieurs centaines à quelques milliers	
Schéma	 *Albert et al, Biologie moléculaire de la cellule, 6e édition, Ed Lavoisier*	

LA MITOCHONDRIE

Composition chimique

<table>
<tr><th></th><th>Composition générale</th><th>Composition plus précise</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Membrane externe</td><td rowspan="2">Bicouche lipidique
60% protéines
40% lipides</td><td>Porines = pores aqueux
Transport passif
Molécules >5000 daltons
Structure de type tonneau beta
VDAC</td></tr>
<tr><td>Phospholipides à acides gras insaturés
Cholestérols (3%)</td></tr>
<tr><td>Espace intermembranaire</td><td>= même composition que le cytosol pour molécules taille <5000 daltons</td><td>Protéines (apoptose cellulaire) : procaspases, cytochrome C</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Membrane interne</td><td rowspan="3">Bicouche lipidique
80% de protéines
20% de lipides</td><td>Entre les crêtes : transport contre le gradient électrochimique, grâce à un transport passif d'un proton</td></tr>
<tr><td>Dans les crêtes :
75% de protéines
→ de la chaine respiratoire


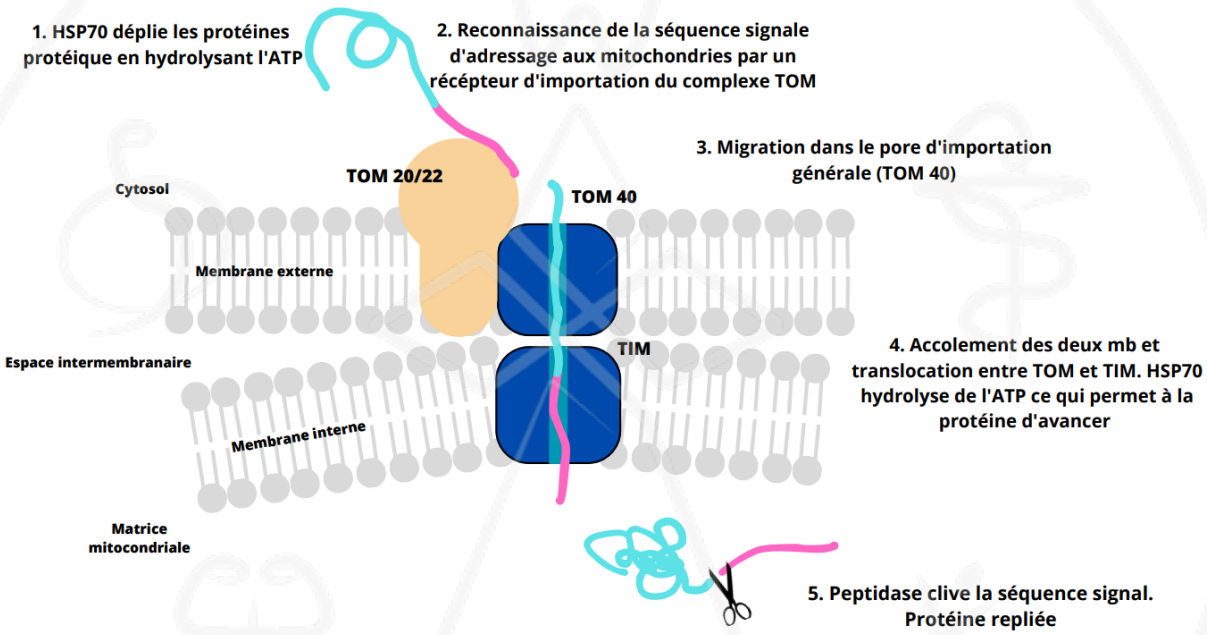
Complexe I : complexe NADH deshydrogénase
Complexe II : complexe succinate déshydrogénase
Complexe III : complexe b-c1 ou cytochrome C réductase
Complexe III : complexe cytochrome C oxydase
Q : ubiquinone
Cyt C : cytochrome C
→ de l'ATP synthase/ F0-F1 ATPase
25% de lipides</td></tr>
<tr><td>Cholestérol <2%
Phospholipides : cardiolipines, cardiolipides, phosphatidylglycérol</td></tr>
</table>

Translocation des protéines mitochondriales synthétisées dans le cytosol

NB. Les protéines mitochondriales synthétisées dans le cytosol possèdent toutes une séquence signal d'adressage aux mitochondries de la forme suivante :

- En hélice alpha
- Composée de 20 à 50 Acides Aminés dans la région terminale de la protéines
- Amphiphile

Schéma récapitulatif des différentes étapes de la translocation des protéines :



Notes personnelles

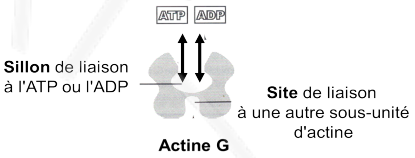
LE CYTOSQUELETTE

LES MICROFILAMENTS

Structures

La sous-unité d'actine (monomère)

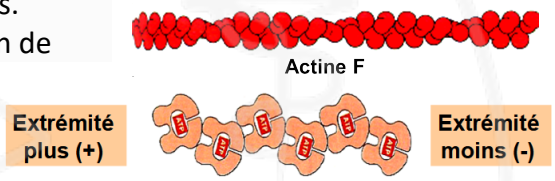
Elle est globulaire (actine G) et est l'une des protéines les plus abondantes des cellules eucaryotes animales. Elle présente un sillon de liaison à l'ADP ou l'ATP et un site de liaison à une autre sous unité



Le polymère

Il est fibrillaire (actine F) et a un aspect de deux filaments enroulés. C'est une structure polarisé (extrémité + (site de liaison) et - (sillon de liaison))

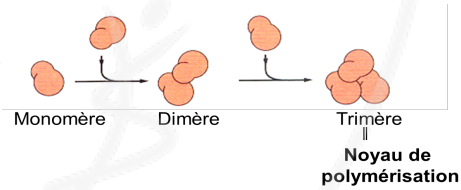
-> taille = 5 à 7 nm



Propriétés

Nucléation

C'est l'assemblage des 3 premières ssu d'actine -> étape difficile et lente réalisée dans le cortex cellulaire

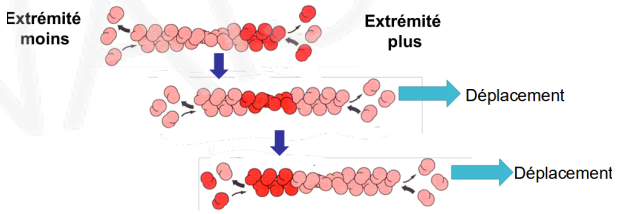


Elongation

C'est la croissance du polymère jusqu'à un équilibre polymérisation/dépolymérisation

Tapis roulant

Il y a polymérisation à l'extrémité (+) et dépolymérisation à l'extrémité (-) → déplacement du polymère vers +



Rôle de l'ATP

Il y a 2 formes d'actine dans le polymère => forme T (liée à l'ATP -> stabilisation / croissance du polymère) et forme D (liée à l'ADP -> dépolymérisation du polymère) /!/ la polymérisation n'est pas dépendante de l'ATP

Fonctions

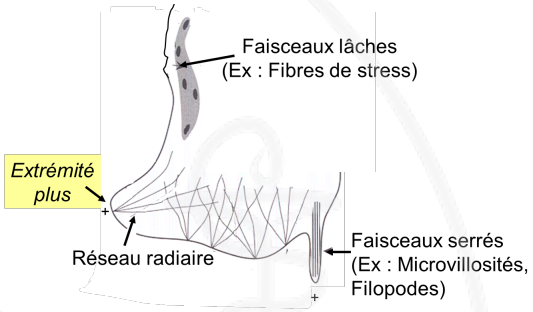
Les systèmes contractiles

Ils sont présents dans les systèmes contractiles :

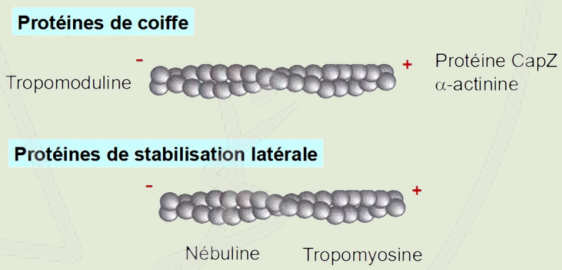
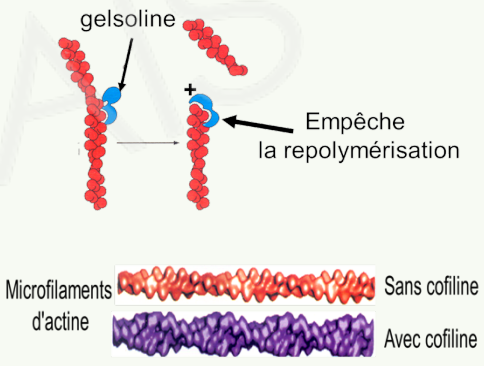
- Dans les muscles, avec les sarcomères (squelettique, cardiaque), faisceaux (lisse)
- Dans les anneaux contractiles (division cellulaire)
- Dans les fibres de stress

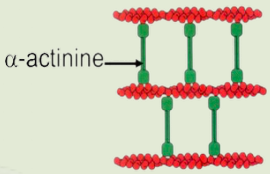
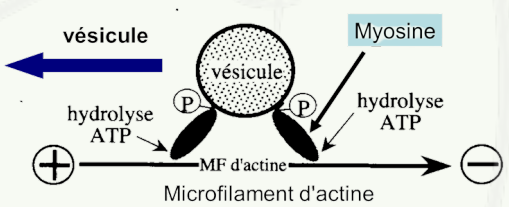
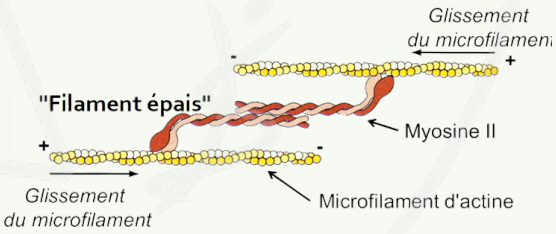
Le cortex cellulaire (sous la membrane plasmique)

Ils permettent le déplacement orienté sur un support solide (protrusion/rétraction), l'endocytose et l'exocytose



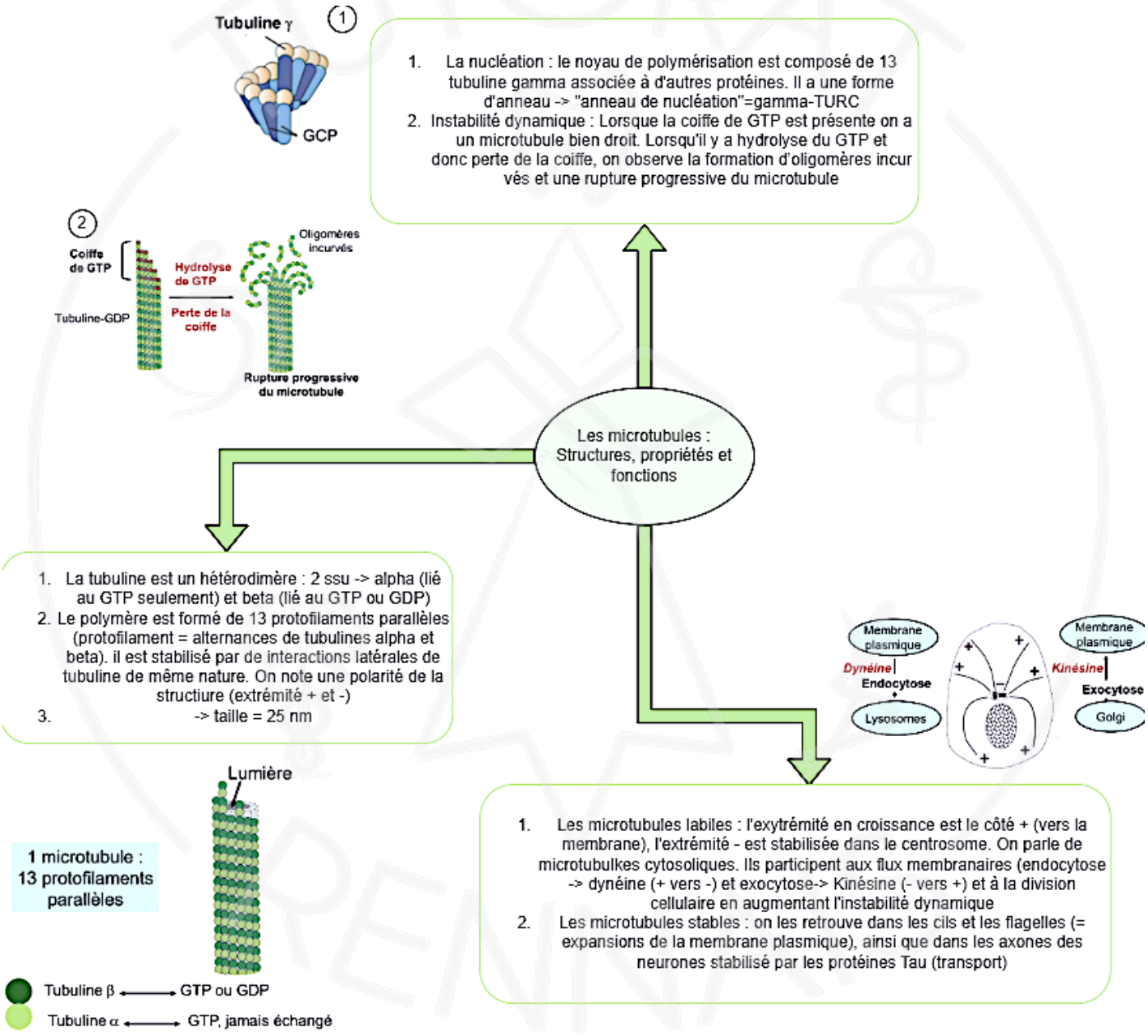
Protéines associées aux microfilaments

Protéines de stabilisation	• Protéines de coiffe : protègent de la dépolymérisation en s'associant aux extrémités du polymère • Protéines de stabilisation latérale : protègent de la dépolymérisation en s'associant tout au long du polymère	
Protéines de clivage	• Gelsoline : sépare le microfilament en deux et reste fixée au coté + -> empêche une nouvelle polymérisation • Cofiline : s'associe de manière latérale et force le microfilament à adopter un enroulement plus serré -> stress mécanique => rupture	

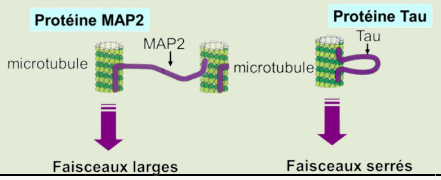
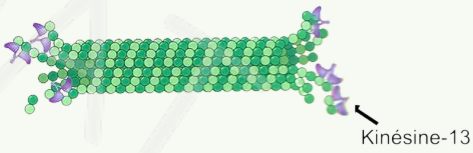
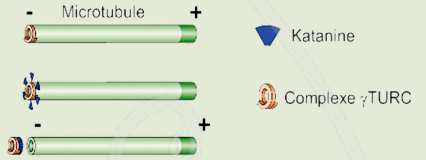
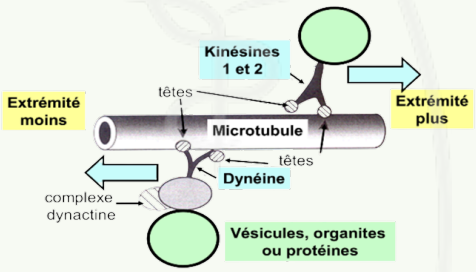
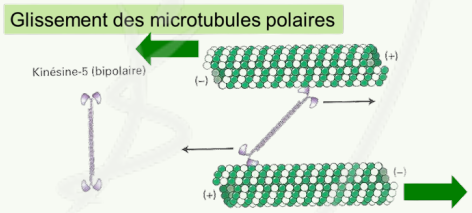
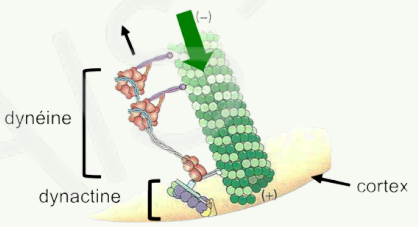
Protéines d'assemblage	Protéines de réticulation : association des microfilaments à 90° -> donnent de la consistance au cytosol en formant des gels • Filamine • Spectrine (érythrocytes ++) Protéines de pontage : maintiennent les microfilaments parallèles -> formation de faisceaux • Faisceaux serrés (Fimbrine, Villine) • Faisceaux lâches (alpha-actinine)	**Faisceaux lâches**  **Ex : Faisceaux contractiles :** entrée d'autres protéines entre les microfilaments (myosines) **Faisceaux serrés**  **Ex : les Microvillosités** expansions de la membrane plasmique
Protéines motrices	Ce sont des myosines Elles réalisent un cycle mécano-chimique (hydrolyse de l'ATP pour fournir l'énergie aux déplacements -> déplacement de vésicules et organites (myosine I et V) -> déplacement de microfilament d'actine (myosine II)	 

LES MICROTUBULES

Structures, propriétés et fonctions



Protéines associées aux microtubules

Protéines de stabilisation latérale	Protéine **MAP2** qui lie deux microtubules entre eux, réalisant des faisceaux larges Protéine **Tau** se liant au même microtubule, réalisant des faisceaux serrés	
Protéines de déstabilisation	Exemple de la **kinésine 13** : Elle incurve les protofilaments et facilite la dépolymérisation */!/ exception dans la famille des kinésine -> ce n'est pas une protéine motrice*	
Protéines de fragmentation	Exemple de la **katanine** : Provoque la rupture de la liaison du microtubule au complexe gamma-TURC	
Protéines motrices = moteurs moléculaires	Transport (vésicules, organites, molécules) ● **Dynéine** (du + vers le -) ● **Kinésines** (du - vers le + sauf kinésine 14 (du + vers le -)) ○ Glissement des microtubules ● **Protéines motrices bipolaires** ■ *(ex : kinésine 5)* ○ Ce sont des dimères *(2 protéines motrices reliées entre elles)* : ○ Elles sont liées à des microtubules différents et antiparallèles ; ○ Elles ne peuvent pas se déplacer car elles sont liées. La **kinésine 5** se déplaçant vers le pôle + provoque le glissement des microtubules vers le pôle - Tractions des microtubules -> protéines motrices ancrées dans la membrane plasmique (*ex : **dynéine***), lorsqu'elle cherche à se déplacer vers l'extrémité -, comme elle est liée à la membrane plasmique, l'hydrolyse de l'ATP provoque une traction vers l'extrémité + (cortex)	  

LES FILAMENTS INTERMEDIAIRES

Structures

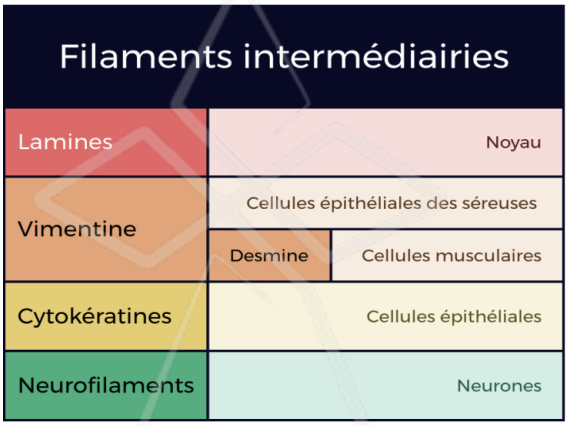
Le monomère

Ce sont des protéines filamenteuses sans association à un nucléotides (pas de liaison avec ATP ou GTP ni ADP ou GDP)

- Dans le **cytosol** : leur nature est variable en fonction du type cellulaire
- Dans le **noyau** : les monomères sont des lamines (elles sont présentent dans toutes les cellules eucaryotes)

Le polymère

Ils sont classés par famille :



Propriétés

Ce sont de fibres en forme de **cordage** -> résistante ++ (supportent tensions et étirements importants)

Ils sont localisés dans le cytosol où le noyau et sont responsables de la **stabilité mécanique** des cellules et des tissus

- *Taille = 10 nm*

Fonctions

- Soutien des **tissus épithéliaux** *(relient les jonctions (desmosomes/hémidesmosomes) entres-elles)*
- Soutien du **noyau**
- Soutien des **neurones** *(axe squelettiques des axones et dendrites -> contrôlent le diamètre des axones)*
- Soutien des **cellules musculaires** *(transmission à la MP la force de contraction réalisée par les microfilaments d'actine)*

NOTES PERSONNELLES

LE RETICULUM ENDOPLASMIQUE

LES PROTEINES DU RE

Protéines résidentes	Protéines en transit
Protéines résidentes transmembranaires ● Enzymes : **OligoSaccharylTransferase** (glycosylation des protéines) ● Canaux de translocation de protéines : passage de protéine dans la lumière (ex : Sec61) Protéines résidentes luminales ● Enzymes : **protein disulfure isomerases** (formation de ponts disulfure), **glucosidases**, **mannosidases**. ● Protéines **chaperonnes** (**Bip**) : acquisition de la structure tridimensionnelle des protéines	Protéines présentes dans le RE à un moment donné mais leur destination finale est autre (protéine sécrétée, protéine d'un organite du SE). ● Protéines **transmembranaires** destinées à d'autres organites ou à la membrane plasmique ● Protéines **luminales** destinées elles-aussi à d'autres organites (telles que les hydrolases des lysosomes) ou qui seront sécrétées (tels que la pro-insuline)

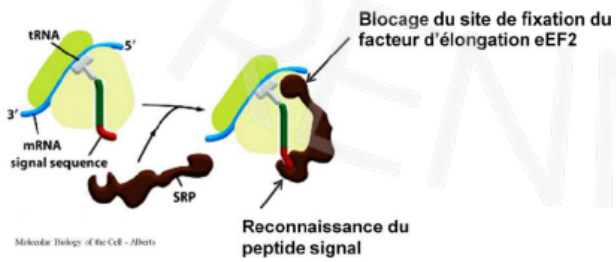
BIOSYNTHESE ET MATURATION DES PROTEINES

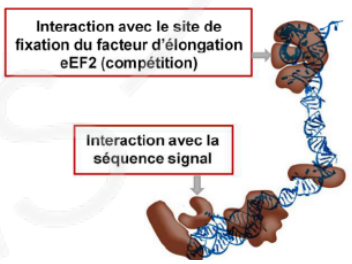
Adressage co-traductionnel au RE

Il est assuré par la ***SRP*** :

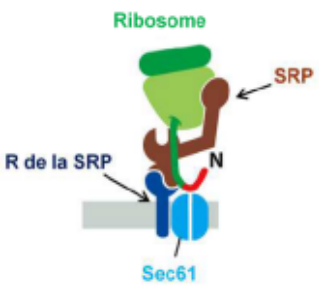
1. **Reconnaissance** de la **séquence signal** des protéines destinées au réticulum endoplasmique
2. **Interaction** de la **SRP** avec le site de fixation du **facteur d'élongation eEF2**
    - Empêche le déplacement du ribosome sur l'ARNm

Après les phases 1 et 2 → arrêt de la traduction



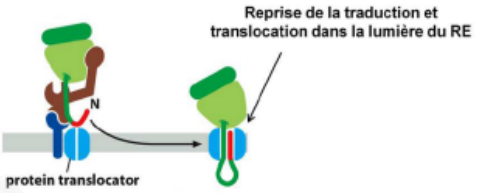


3. La **SRP** vient se positionner sur son **récepteur** présent dans la membrane du RE -> le ribosome est au niveau du translocon (Sec61 + diverses protéines associées)

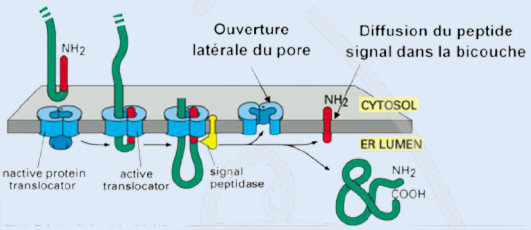
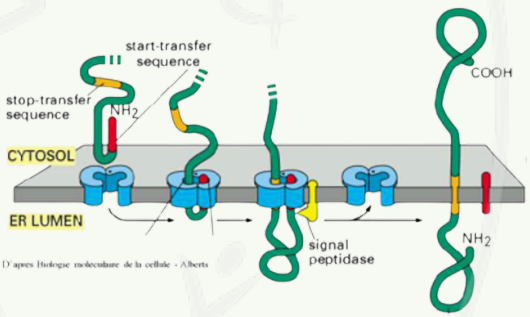


4. Le **peptide signal** est alors transféré de la SRP à Sec61. Parallèlement, il y a activation des fonctions GTPase de la SRP et de son récepteur ce qui provoque le départ de la SRP et lève l'inhibition sur la traduction

5. **Translocation** vers la lumière du RE



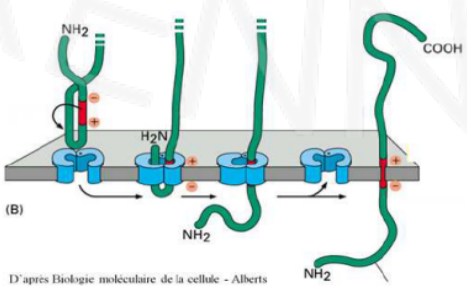
Cas 1 : séquence signal à l'extrémité NH2

Translocation complète	La protéine ne comporte pas d'autres domaines hydrophobes • La protéine se retrouve entièrement dans la lumière du RE • Le peptide signal est alors clivé par la signal peptidase • Libération de la protéine dans la lumière	
Translocation partielle	La protéine possède un second domaine hydrophobe. • La translocation de la protéine s'arrête lorsque le domaine hydrophobe atteint le translocon (stop transfert) • Extrémité COOH reste dans le cytosol	

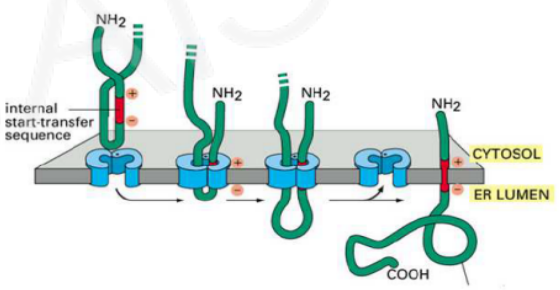
Cas 2 séquence signal interne

De la même manière, le peptide signal interne est reconnu par la SRP mais celui-ci ne sera pas clivé par la signal peptidase -> *domaine transmembranaire*

-> Ce domaine hydrophobe conditionne l'orientation de la protéine dans la membrane (analysé au niveau du translocon) :



Ext C-term dans cytosol

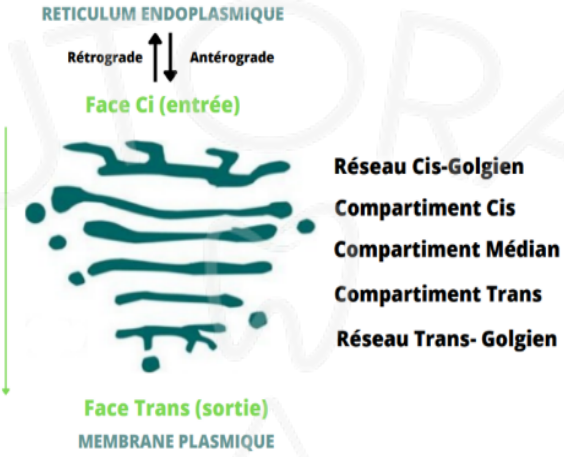


Ext C-term dans la lumière

Notes personnelles

L'APPAREIL DE GOLGI

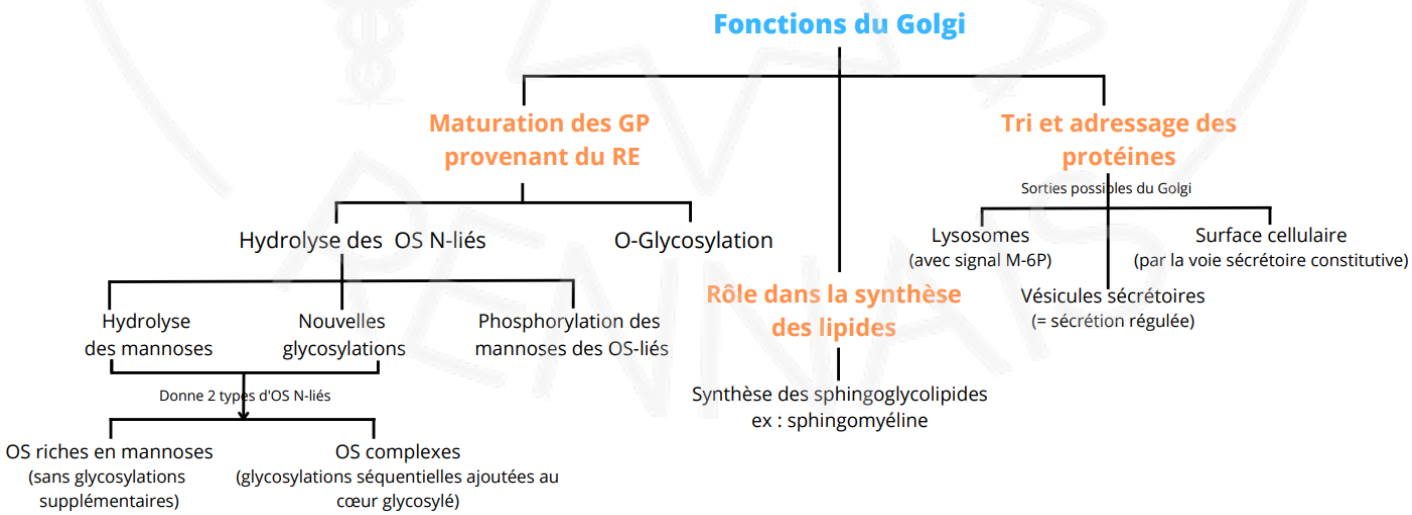
Ultrastructure



Transports antérograde et rétrograde

	Spécificités	Protéines concernées :
Transport Antérograde RE → Cis-Golgi	Bourgeonnement zone ERES Vésiculaire et sélectif Manteau de COP II	Luminales Transmembranaires

Fonctions

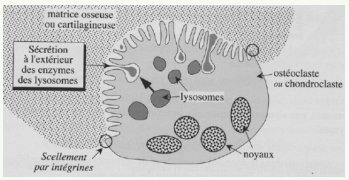


Notes personnelles

LES LYSOSOMES

Dégradation et Recyclage	Réponse à l'état nutritionnel de la cellule
Hétérophagie (endocytose / exocytose) ● Dégradation de matériel EC et défense de l'organisme par la destruction d'agents pathogènes Autophagie ● Dégradation de matériel IC et donc maintien de l'intégrité et du renouvellement cellulaire	En présence de **nutriments** : ● Le complexe Lynus détecte la présence d'acides aminés dans la lumière des lysosomes ● -> active la voie de signalisation mTOR ● -> phosphorylation du facteur de transcription TFEB – ● -> séquestration de TFEB dans le cytosol En carence de nutriment : ● Le complexe Lynus détecte un faible taux d'acides aminés dans la lumière des lysosomes ● -> mTOR n'est pas activée ● -> ne phosphoryle plus TFEB ● -> TFEB passe dans le noyau ● -> transcription de gène impliqués dans l'autophagie et la catabolisme lipidique ● -> apportent de l'énergie.

FONCTIONS DES LYSOSOMES

Rôle dans la mort cellulaire	Réparation de la membrane plasmique	Résorption osseuse
Si perméabilisation de la membrane lysosomale ● libération d'enzymes dans le cytosol Si libération massive ● mort cellulaire par nécrose (acidification du cytosol) = "suicide bags" Si libération sélective/partielle ● mort cellulaire par apoptose (certaines enzymes sont actives à pH neutre)	Le contenu lysosomale peut être déversé hors de la cellule *(par exocytose)* vers une zone lésée de la membrane plasmique afin de réparer celle-ci avec la membrane lysosomale	Les ostéoclaste *(=macrophages des tissus osseux)* libèrent des enzymes lysosomales dans le milieu EC afin de détruire la matrice osseuse -> remodelage osseux par la suite 

PATHOLOGIES ET STRATEGIES THERAPEUTIQUES

	Pathologies	Stratégies thérapeutiques
Maladie de Gaucher de Fabry	**Maladie de surcharge génétique** -> mutation d'un gène codant pour une hydrolase -> accumulation de macromolécules non dégradées (ici sphingolipides)	**La substitution enzymatique** : Remplacer l'enzyme absente en apportant une enzyme de substitution càd une enzyme recombinante produite par génie génétique Les hydrolases sont adressées aux lysosomes depuis l'appareil de Golgi grâce au récepteur au mannose 6 phosphate, également présents dans la membrane plasmique -> on les utilise pour acheminer jusqu'aux lysosomes les enzymes recombinantes
Maladie de Niemann-Pick	**Maladie de surcharge génétique** -> mutation d'un gène codant pour une protéine lysosomale -> défaut de transporteur d'efflux -> accumulation de métabolites (ici cholestérol et sphingolipides)	**Modification du contrôle qualité du RE** : Contrôle excessif envers des protéines qui pourtant conservent certaines fonctionnalités -> chaperones pharmacologiques (aident au repliement de l'enzyme) pour tenter de limiter cet effet délétère Réduction de substrat : Si l'on connaît les étapes clés de la synthèse du substrat de l'enzyme qui est défectueuse, on peut tenter d'inhiber ces étapes clés pour limiter la production du substrat à dégrader
Maladies à cellules I (inclusions)	**Maladie de surcharge génétique** -> mutation d'un gène codant pour une protéine non lysosomale -> défaut ou absence de la N-acétyl-glucosamine transférase (marquage au M6P des hydrolases) empêche l'adressage des hydrolases aux lysosomes	
Asbestose et silicose	**Maladie de surcharges non génétiques** : -> incapacité à dégrader certaines substances (particules minérales ou métalliques) parfois phagocyter par les macrophages des alvéoles pulmonaires -> accumulation dans les lysosomes -> rupture de membrane -> libération enzymes -> mort cellulaire -> destruction progressive des tissus pulmonaire Asbestose = **fibres d'amiante** SIlicose = **particules de silice**	Pas développée dans le cours

Notes personnelles

FAQ - FORUM

GENERALITE SUR LA CELLULE

Item : “la membrane plasmique est une bicouche lipidique, c'est à dire une double couche de phospholipides”

-> Question : Pourtant dans la membrane plasmique il y a 55% de phospholipides, 25% cholestérol et 20% de glycolipides, non ?

Réponse : Alors c'est vrai effectivement la membrane est composée à 55% phospholipides, 25% cholestérol et 20% de glycolipides, mais dans le cas de cet item si jamais il avait été marqué c'est une bicouche de phospholipide UNIQUEMENT ça aurait été faux. Comme on n’exclut pas les autres composants dans la membrane alors l'item est vrai.

MITOCHONDRIES ET PEROXYSOMES

-> Question : “Page 6 du cours, on nous dit de la membrane interne qu'elle est composée de 80% de protéine et 20% de lipides.

Page 7 du cours, on nous dit de la membrane interne présente dans les crêtes "la membrane interne contient la plus forte concentration en protéines de toutes les membranes cellulaires : 75% de protéines et 25% de lipides"

Du coup je me demande de quelle membrane on parle car le fait que la membrane interne contient la plus forte concentration en protéine (interne présente dans les crêtes ou interne simple) ?”

Réponse : Dans ta page 7, les pourcentages correspondent bien au pourcentage de la membrane "interne simple" en totalité et non juste des crêtes.

Par contre, certaines protéines sont présentes seulement au niveau des crêtes et non pas au niveau du reste de la membrane interne. Mais, cela n'a pas d'influence sur les pourcentages des protéines et lipides.

-> Question : “On nous dit page 11 que la fission des mitochondries a pour intérêt de former des mitochondries de plus petites tailles qui pourront être éliminées par autophagie.

Mais page 12 on nous dit que ces mitochondries des plus petites tailles (issus de la fission) vont subir une phase de croissance.

Si l'objectif de la fission était l'élimination par autophagie des mitochondries, pourquoi devraient-elles subirent une phase de croissance ?”

Réponse : La fission des mitochondries peut avoir 2 objectifs différents :

1. La fission permet d'obtenir des plus petites mitochondries afin qu'elles soient plus facilement dégradables par le système lysosomal
2. La fission permet, à partir d'1 mitochondrie, d'en obtenir 2. Ces 2 mitochondries "filles" seront donc, bien sûr, plus petites que la mitochondrie "mère". Or ces nouvelles mitochondries ont été créées non pas pour être éliminées mais pour régénérer le stock de mitochondries. Elles vont donc après, avoir pour objectif de retrouver une taille "normale" (même taille que la mitochondrie mère) : donc elles vont rentrer dans une phase de croissance.

-> Question : "Je ne suis pas sûr de bien comprendre le terme "Dense aux électrons". Pourriez-vous me l'expliquer ?"

Réponse : Le principe de la microscopie électronique à transmission repose sur l'interaction des électrons avec la matière. L'interaction entre les électrons et l'échantillon produit un rayonnement transcrit en image visualisable sur un écran.

Les inclusions paracristallines présentent dans le cytoplasme des péroxysomes sont riches en enzymes. Cette richesse^{+++} en enzymes fait que des électrons sont bien concentrés dans ces inclusions = inclusions dense en électrons. Cette densité se voit à l'écran.

Item : "le complex IV appartient également au cycle de Krebs"

-> Question : lors de la correction vous aviez dit qu'il était faux, sauf que je ne comprends pas pourquoi. Je n'ai jamais vu dans le cours que ça n'appartient pas au cycle de krebs.

Réponse : l'item est bien faux. En effet, c'est le complexe succinate déshydrogénase = complexe II qui appartient également au cycle de Krebs, et non le IV.

-> Question : "par rapport à la force-proton motrice, j'ai du mal à comprendre si ça permet le retour des protons de la matrice vers l'espace intermembranaire ou l'inverse ? J'ai l'impression qu'ils y pleins de trucs qui se contredisent"

Réponse : La force proton-motrice est le gradient électrochimique qui permet le passage des protons de l'espace intermembranaire vers la matrice mitochondriale = le retour des protons de l'espace intermembranaire vers la matrice mitochondriale.

LE CYTOSQUELETTE

-> Question : "j'ai une question concernant les microtubules. Sur le cour, on parle deux extrémités où sont exposées les tubulines alpha et beta. Pourtant en vert, les tubulines alpha ne sont pas seulement à l'extrémité moins. Comment expliquer cela ?"

Réponse : Les tubulines alpha et beta sont présents aux 2 extrémités que ce soit l'extrémité moins et plus.

LA MEMBRANE PLASMIQUE

Item : Les petites molécules non chargées (eau, urée, glycérol…) passent difficilement la barrière"

-> Question : la réponse était vraie alors qu'il me semblait que les petites molécules non chargées passent facilement la barrière contrairement aux molécules chargées et de plus grande taille.

Réponse : Souviens-toi qu'au niveau de la MP on a une bicouche de PL donc les seules molécules à diffuser avec une vitesse optimale sont celles qui sont hydrophobes.

Les petites molécules polaires non chargées diffusent bien mais moins vite comparées aux molécules hydrophobes.

La phrase dans le cours est : "Les petites molécules polaires non chargées peuvent traverser les bicouches lipidiques, mais lentement"

LES LYSOSOMES

-> Question : "Je n'arrive pas à bien comprendre la réponse du lysosome à l'état nutritionnel en particulier :

- Le principe de phosphorylation du TFEB ou non et l'idée de "séquestration" dans le cytosol...
- Comment la transcription de gène permet-elle la production d'énergie au final ?"

Réponse : Lorsque le facteur TFEB est phosphorylé, il ne passe pas dans le noyau et donc est "séquestré" dans le cytosol. Cette phosphorylation se produit lorsque la voie mTOR est activée = quand le complexe LYNUS détecte la présence d'aa = en présence de nutriment.

Lorsqu'il y a une carence = faible taux d'aa, la voie mTOR n'est pas activée -> TFEB n'est pas phosphorylé et donc il passe dans le noyau et activent la transcription de gènes impliqués dans l'autophagie et le catabolisme lipidique. Ces deux mécanismes apporteront de l'énergie à la cellule.

-> Question : "Page 4 il est écrit : "Une membrane d'isolation entoure une fraction de cytosol qui contient des macromolécules et organites présents localement ce qui permet la formation autophagosome".

Mais il me semble que le cytosol ne contient pas d'organites non ?"

Réponse : Oui petite erreur dans le cours, tu as raison "cytoplasme" aurait été le mot le plus adapté.

L'APPAREIL DE GOLGI

-> Question : "Dans le II.D du cours, sur le transit intra golgien, il est question de 2 théories. Mais je n'arrive pas à comprendre la seconde théorie sur la maturation progressive des compartiments (avec notamment les citernes et les vésicules de transport) et les éléments en faveur de cette théorie. Pourriez-vous m'éclairer sur ce point ?"

Réponse : Alors en gros aujourd'hui on retient la théorie de la maturation progressive des citernes (citernes => flux antérograde et vésicules => flux rétrograde).

Pour ça t'as 3 arguments :

- Le golgi est dynamique (si tu le prive "d'alimentation", il disparaît)
- Les citernes (antérograde) transportent des protéines en transit
- Les vésicules (rétrograde) transportent des enzymes golgiennes

En fait, on veut dire ici que tes protéines en transit dans le Golgi vont être transportées dans des citernes et elles vont y subir des maturations durant leur transport avec des enzymes golgiennes (qui ont une localisation spé). Ces enzymes sont re-adressées à leur localisation par le biais des vésicules (rétrogrades).

-> Question : "A la fin du cours sur l'appareil de Golgi il est mentionné le phénomène de palmitoylation des protéines sans vraiment d'explication.

Serait-il possible d'avoir une explication je n'arrive pas à comprendre le fonctionnement"

Réponse Pour répondre à ta question, la palmitoylation c'est l'ajout d'un acide palmitique (c'est un acide gras, un lipide) sur un résidu cystéine (c'est un acide aminé) d'une protéine. Et ça permettrait de créer un genre de signal pour adresser les protéines à la membrane plasmique

Notes personnelles

Page de Fin.

Le livret de Biocell touche à sa fin. On espère que ces fiches ont pu t'aider dans l'apprentissage, la compréhension et les révisions de tes cours ! Évidemment si tu as des questions nous sommes disponibles, tu peux nous les poser sur le forum ! On se dit rendez-vous à la pré-rentrée et aux conférences !

On ne va quand même pas te laisser sans quelques derniers conseils et encouragements ;)

Cette année tu vas découvrir des milliards de choses dans les cours mais également sur ta façon de fonctionner. On nous le dit et répète : la finalité c'est de bien maîtriser ses cours, pour répondre aux QCMs et passer le concours. Mais il y a plein de choses nécessaires à prendre en compte afin d'arriver à tes objectifs : quelle est ta méthode de travail ? quelle est ta méthode d'organisation ? quels sont tes limites en termes de fatigue, stress (on en a tous, et savoir les détecter permet d'en faire une force et d'aller jusqu'au bout !) ? comment ton corps t'indique t-il ses besoins (repos, pause, sport, changement d'air…) ? Voilà des questions qui pourraient t'aider à être un athlète de LAS de haut niveau ;)

N'hésite pas à te tourner vers des parrains/ marraines. Parfois on peut bloquer (autant intellectuellement que psychologiquement, après avoir passé des heures au carré la tête entre deux pages de cours) sur quelque chose qui nous semble une montagne, mais qui, après en avoir parlé, paraît bien plus clair et plus accessible. Cette année est à toi ! Accorde de l'importance à ce qui te permettra d'accéder à tes objectifs ! Nous on est derrière toi !!!!

Un dernier rappel, et le plus important : tu peux le faire !

Bon courage pour ce que tu t'apprêtes à entreprendre !

Albane De la Rivière
Tutrice 2023/24

Léo Gendrot
Tuteur 2022/24

Irem Karahan
Tutrice 2024-2025

Léopoldine Tisseau
Tutrice 2024-2026

Éloïse Brillet
Tutrice 2025-2026