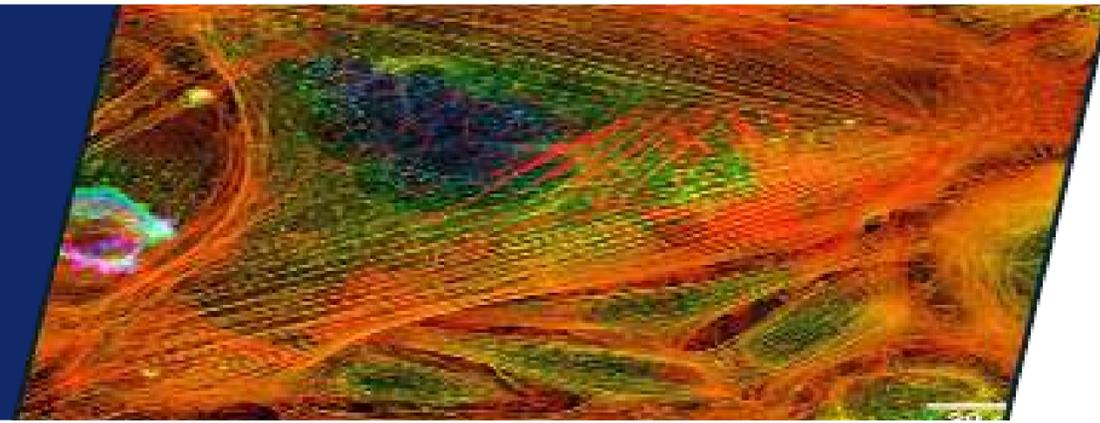




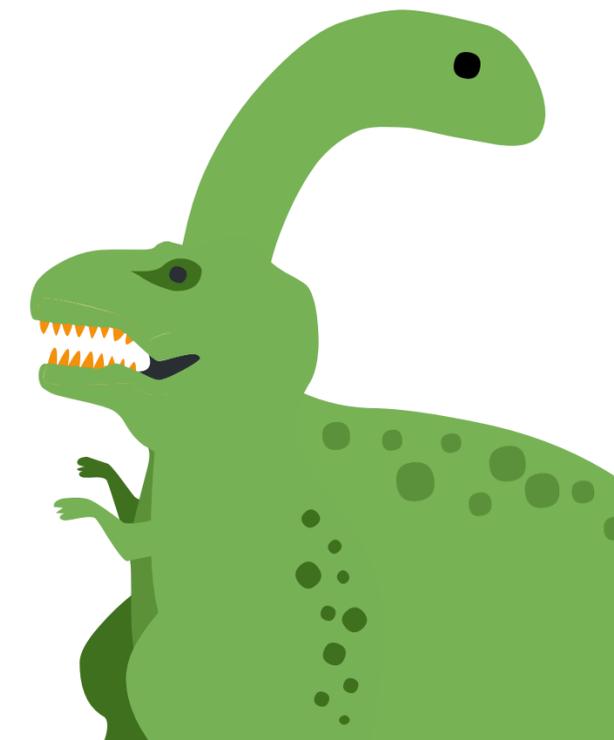
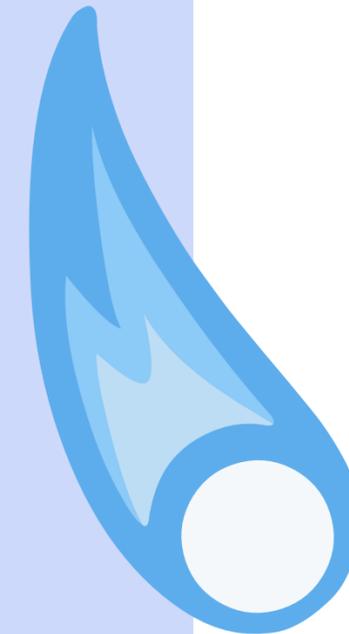
LE MONDE PERDU DU CYTOSQUELETTE

SOMMAIRE



“UN VOYAGE AU COEUR DE LA STRUCTURE ET DYNAMIQUE CELLULAIRE”

- I - 3 filaments, 3 localisations**
- II - Microfilaments d'actine**
 - A) Actine**
 - B) Myosines**
- III - Microtubules**
- IV - Filaments intermédiaires**



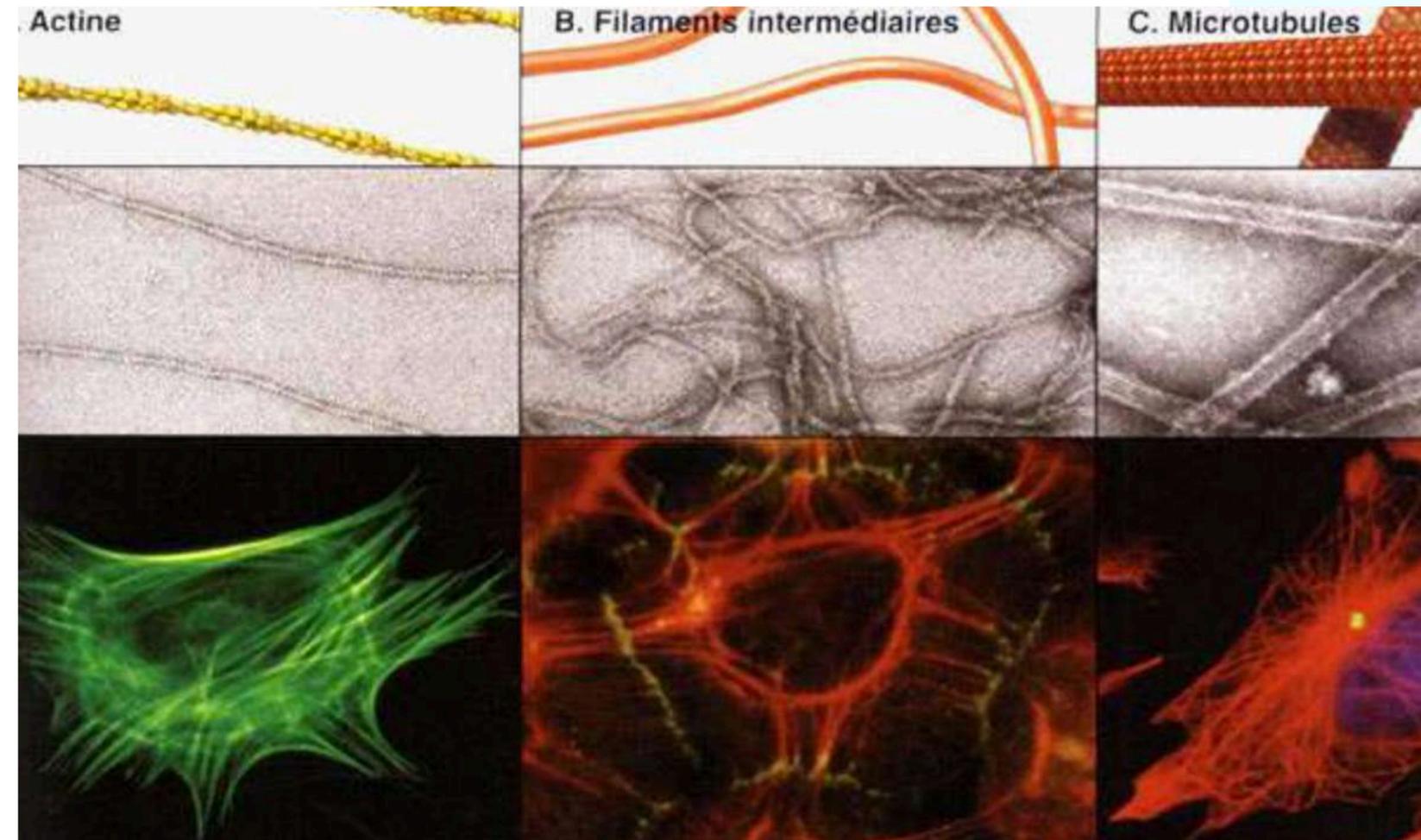
DÉFINITION

Le **cytosquelette** est composé de 3 types de filaments :

- Les **microfilaments**
- Les **microtubules**
- Les **filaments intermédiaires**

Il regroupe un ensemble de polymères fibreux et de protéines associées, qui sont responsables de la **forme** et du **mouvement des cellules +++**

-> Il s'agit du squelette **DYNAMIQUE** de la cellule eucaryote.

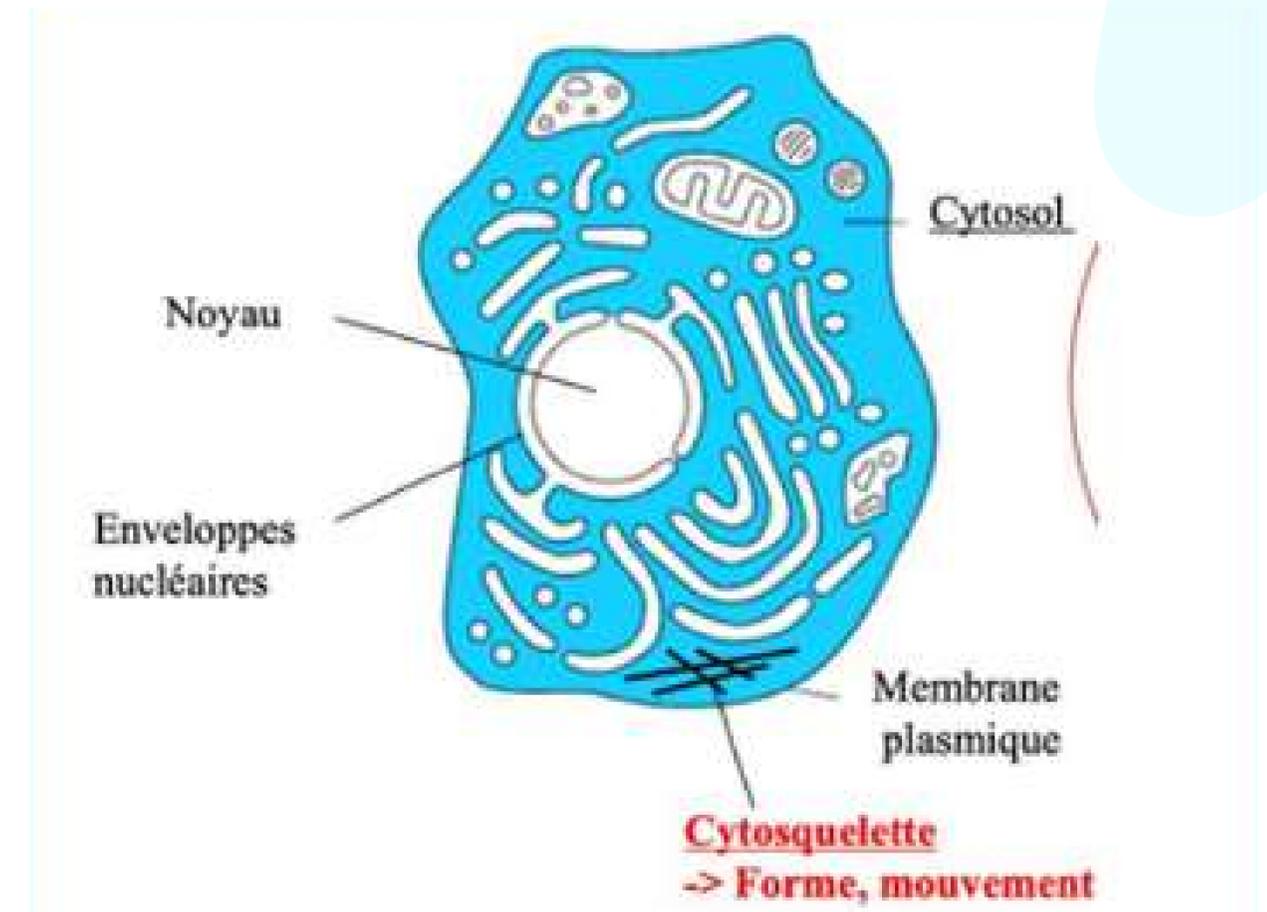


- 3 filaments, 3 localisations

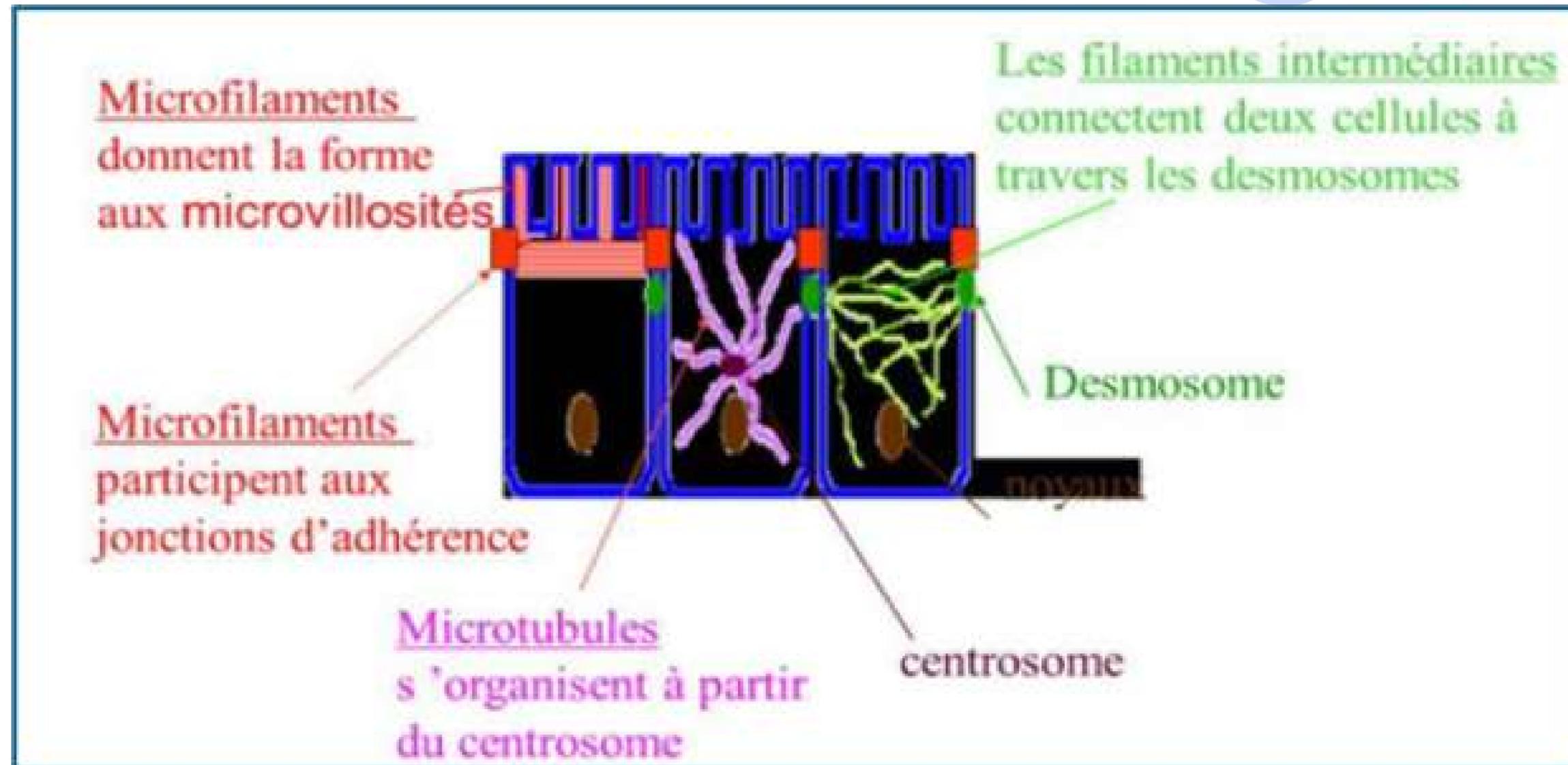
Le **cytosquelette** est responsable de **phénomènes dynamiques** mettant en jeu la **polymérisation** et la **dépolymérisation** de ces constituants chimiques.

Il est localisé dans :

- Le **cytosol** (-sol comme solution = partie liquide du cytoplasme où baignent les organites)
- Le **nucléoplasme** (partie liquide contenue dans le noyau)
- Le **cortex cellulaire** (région située sous la membrane plasmique)



Ses **filaments constitutifs** y assurent différentes **fonctions**. On le voit bien à travers l'exemple du cytosquelette d'entérocyte de l'intestin.



QCM&M's

QCM 1 : À propos du cytosquelette cellulaire, indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s)

- A) Le cytosquelette est composé de 4 types de filaments
- B) Le cytosquelette ne se trouve que dans le cytosol
- C) Le cytosquelette possède un rôle dans le mouvement cellulaire
- D) Mais il n'a aucune importance dans l'établissement de la forme de la cellule
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses





QCM&M's
Correction

QCM 1 : À propos du cytosquelette cellulaire, indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s)

- A) Le cytosquelette est composé de 4 types de filaments -> et non c'est 3 types (microfilaments/microtubules/filaments intermédiaires**
- B) Le cytosquelette ne se trouve que dans le cytosol -> et non coco il se trouve aussi dans le nucléoplasme et dans le cortex cellulaire**
- C) Le cytosquelette possède un rôle dans le mouvement cellulaire**
- D) Mais il n'a aucune importance dans l'établissement de la forme de la cellule -> c'est un des ses rôles principaux oohhh**
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses**

II - Microfilaments d'actine

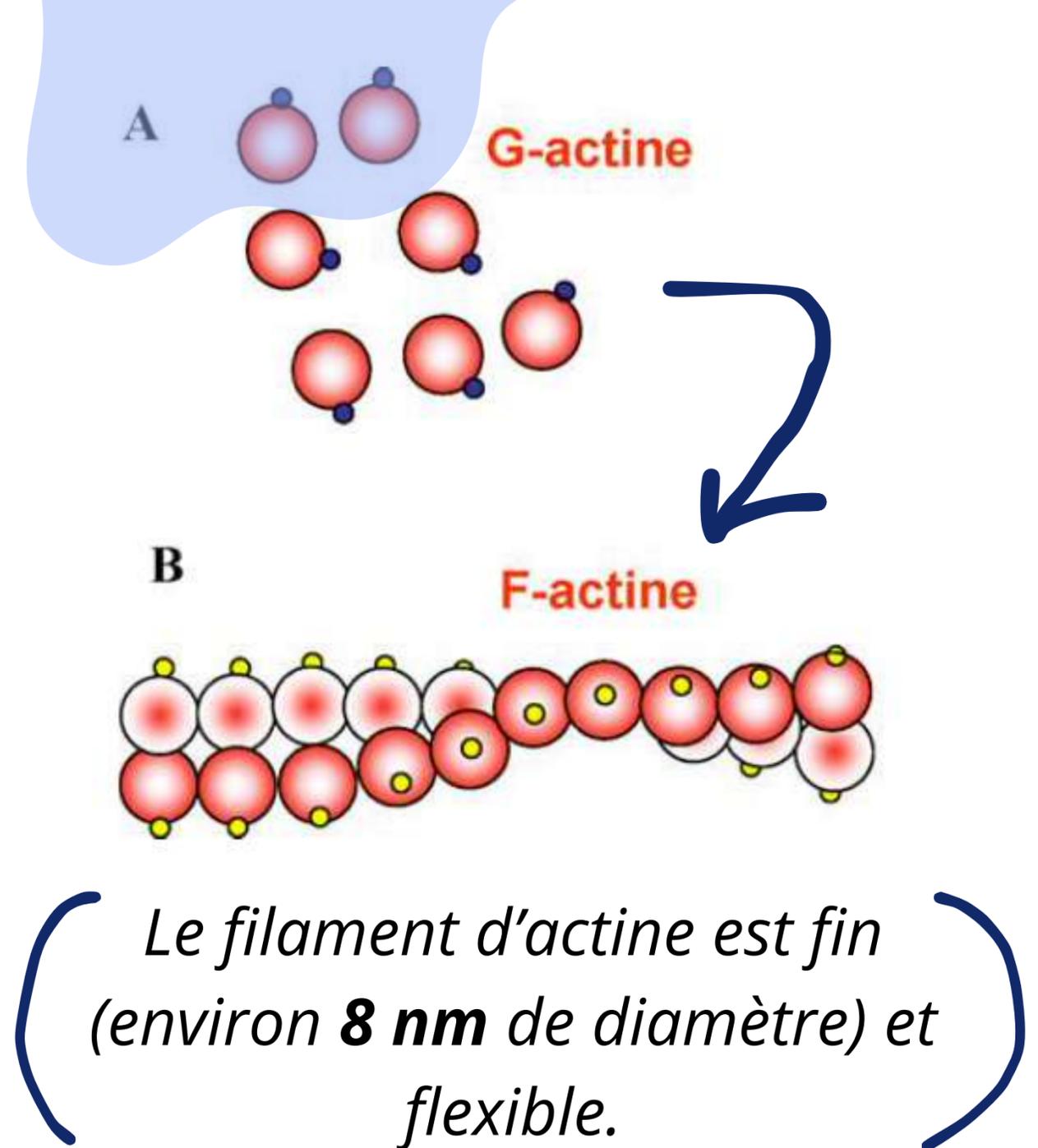
A) Actine

1) Structure et polymérisation des monomères

L'actine peut exister sous **deux formes** dans une cellule :

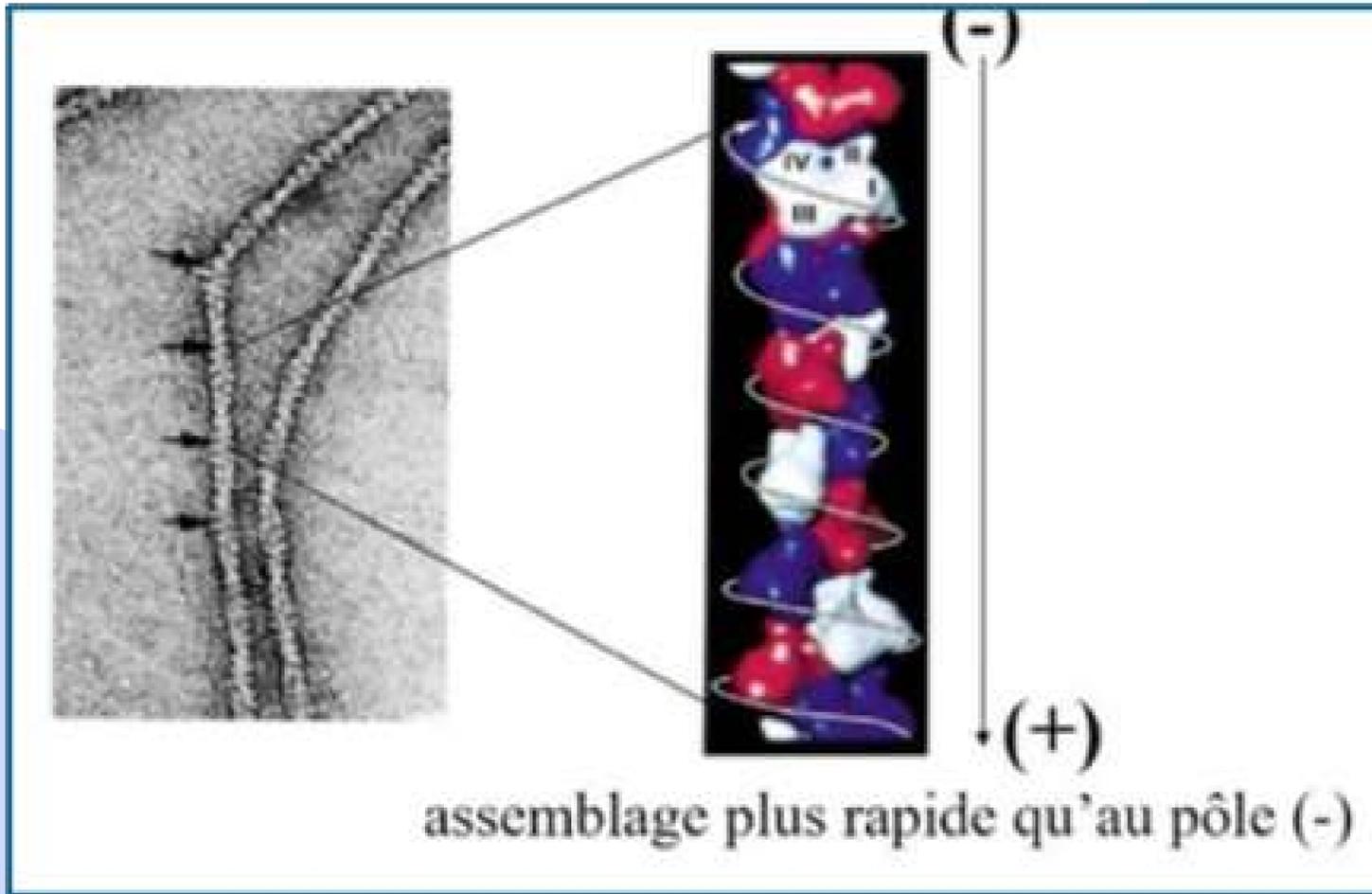
- L'actine G pour actine **Globulaire** qui est l'actine sous forme de monomère.
- L'actine F pour actine **Filamenteuse/Fibrillaire** qui est l'actine sous forme de polymère.

Les monomères d'actine G ont la **propriété physico-chimique** de se polymériser spontanément pour former de l'actine F (filament d'actine).



À titre informatif

L'actine représente environ 5% de la masse protéique des cellules
↳ ⚠ 20% pour les cellules musculaires



Ces filaments d'actine sont **polarisés +++**, avec :

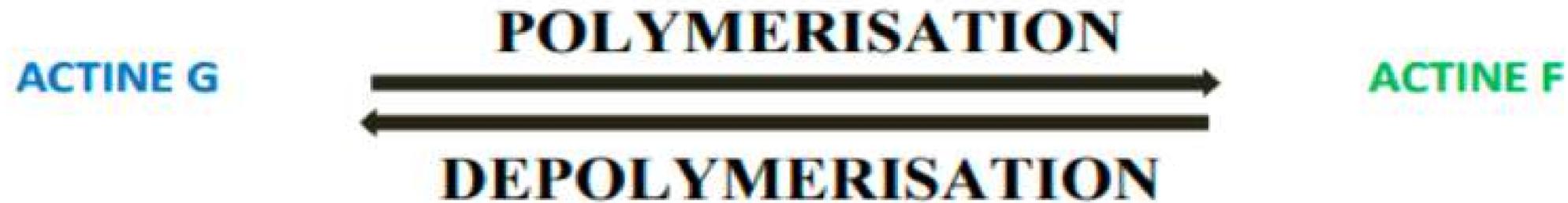
- **Un pôle +** : où la **polymérisation** de l'actine est plus **rapide** et la **dépolymérisation** plus **lente ++**
- **Un pôle -** : où la **polymérisation** de l'actine est plus **lente** et la **dépolymérisation** plus **rapide ++**

 **Polymérisation et dépolymérisation s'effectuent aux 2 pôles** 

Enfin, ces **filaments** d'actines sont associés à d'autres **protéines** qui leur confèrent des **propriétés**.

Microfilaments d'actine = Filament d'actine F + Protéines associées +++

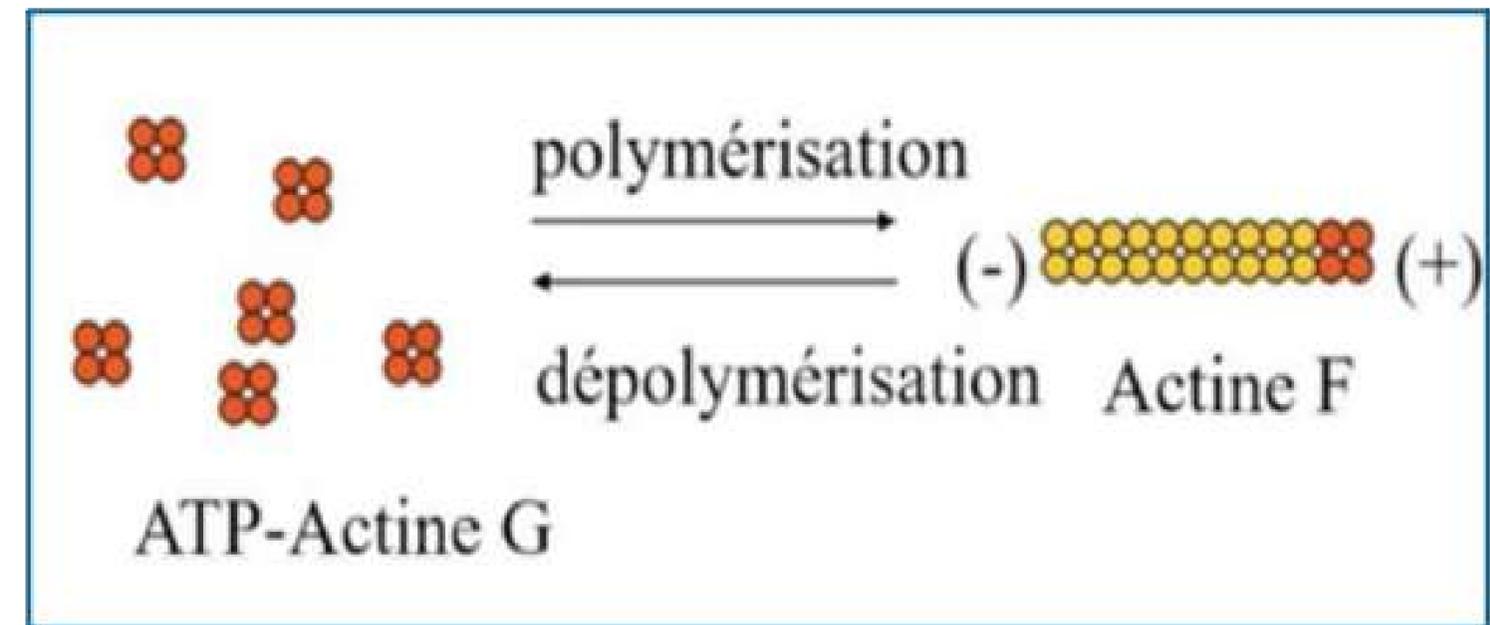
2) Équilibre dynamique entre polymérisation et dépolymérisation :



◆ Le filament d'actine existe en équilibre, entre la **polymérisation** et la **dépolymérisation** :

◆ La polymérisation de l'actine, même si spontanée, nécessite :

- Du **Magnésium** (Mg^{2+})
- De l'**ATP** (= énergie)
- Une **coiffe ATP** sur les monomères d'**actine- G**, qui s'associent à l'**ATP** (grâce à cette coiffe) puis viennent s'ajouter au pôle +



⚠ **Cela ne veut pas pour autant dire qu'il y'a autant d'actine polymérisée que d'actine monomérique dans une cellule. Le rapport Actine G/Actine F étant dépendant du type cellulaire.**

3) Modulation de l'équilibre dynamique 🧣 :

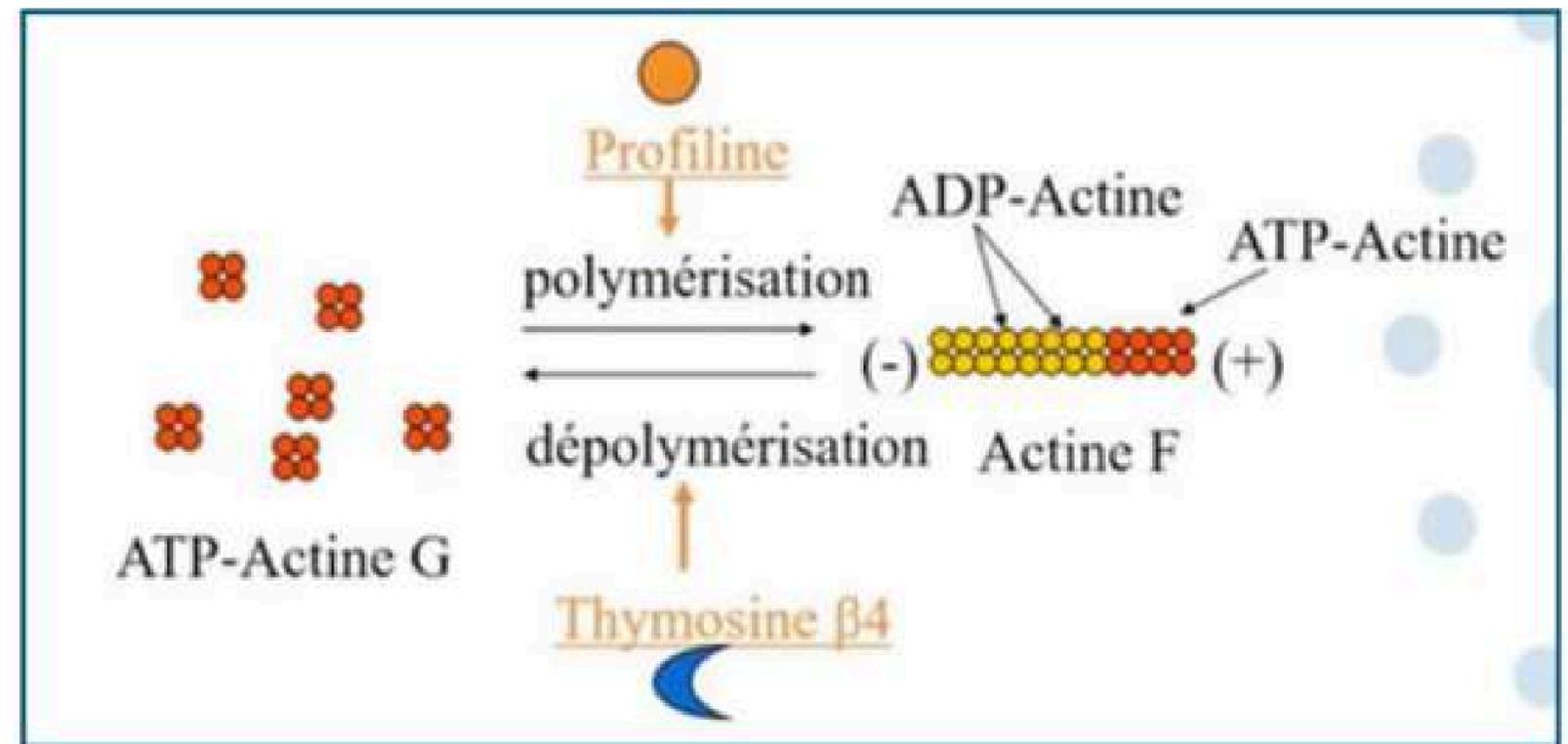
Toute une série de protéines vont se fixer sur **l'actine G** ++ 🧣 afin de réguler cet **équilibre polymérisation - dépolymérisation**.

On retrouve des facteurs endogènes (= qui sont trouvables naturellement) comme :

- La **profiline** qui favorise la **polymérisation++**
- La **thymosine $\beta 4$** qui favorise la **dépolymérisation++**

➔ **Phénomènes physiologiques**

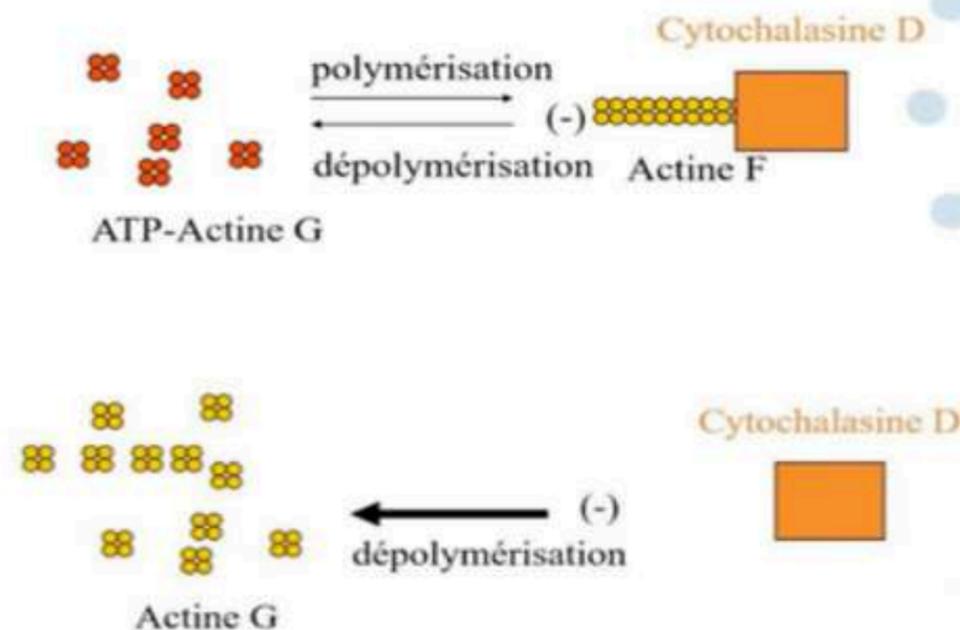
Pour retenir ces deux-là je me disais que dans profiline il y a « pro » donc pour quelque chose et donc pour la polymérisation et pour la thymosine c'était ce qui restait donc la dépolymérisation.



Il y a aussi l'**action** d'un certain nombre de **toxines**, qui peuvent jouer un rôle dans cet **équilibre** :

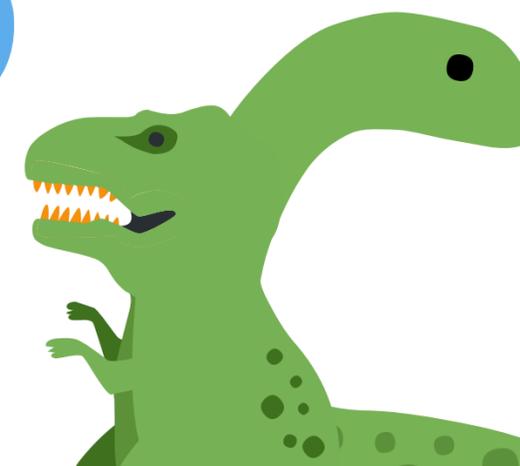
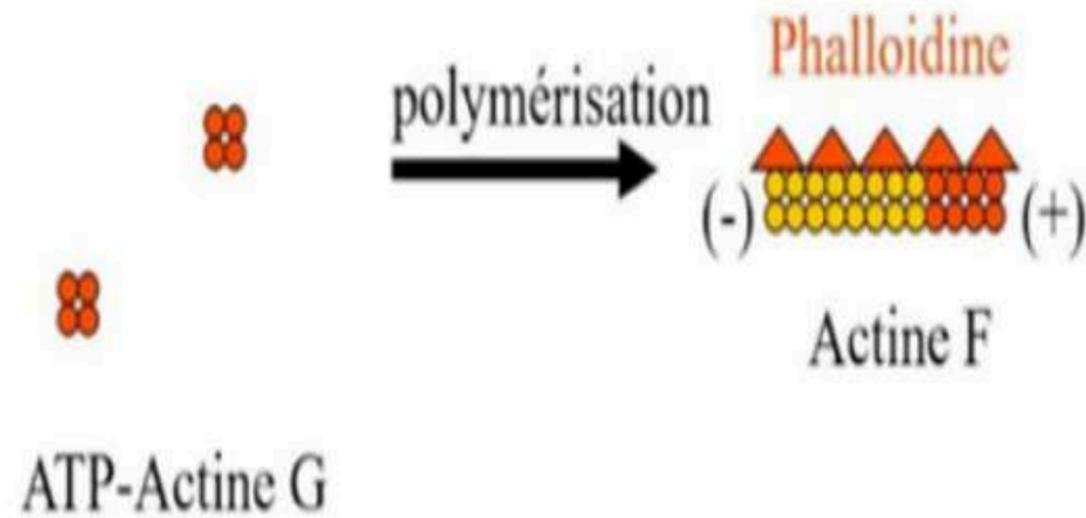
La cytochalasine D (= alcaloïde de moisissure)

→ Elle se fixe sur le pôle + pour bloquer la polymérisation++. On va donc favoriser la dépolymérisation++, et finalement perdre les filaments d'actine.



La phalloïdine (produit par les champignons mortels d'amanite phalloïde)

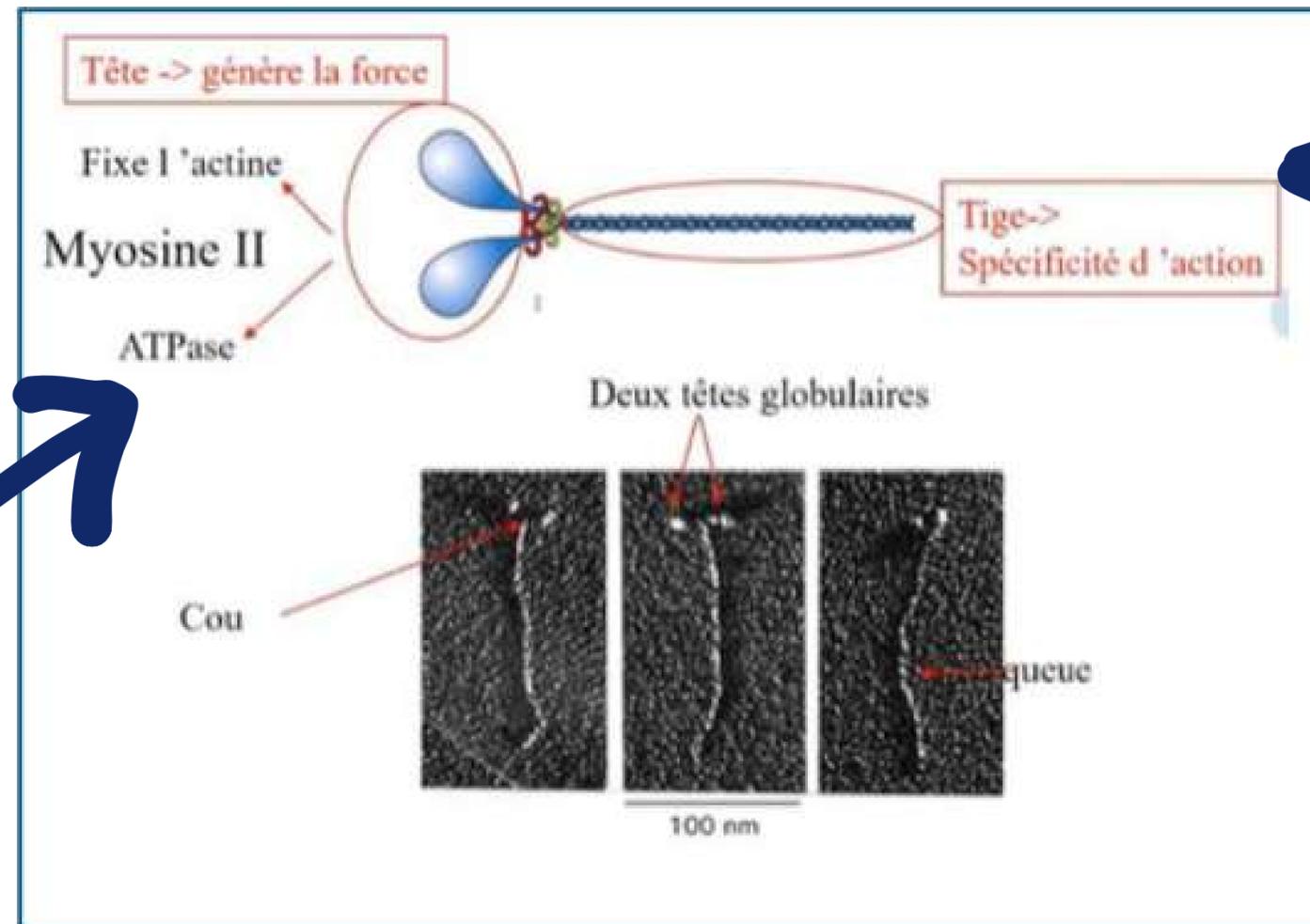
→ Elle se fixe sur les filaments d'actine et bloque la dépolymérisation++ défavorisant ainsi l'action dynamique de ces microfilaments.



B) Myosines (=moteurs de l'actine)

1) Définition : C'est un **moteur moléculaire** qui est structuré avec :

Une **tête globulaire** générant la force **motrice** en libérant de l'énergie, grâce à **l'hydrolyse d'ATP** (site de fixation de l'actine + activité ATPase).



Une **tige/queue** (structure allongée) conférant la **spécificité d'action** à la molécule

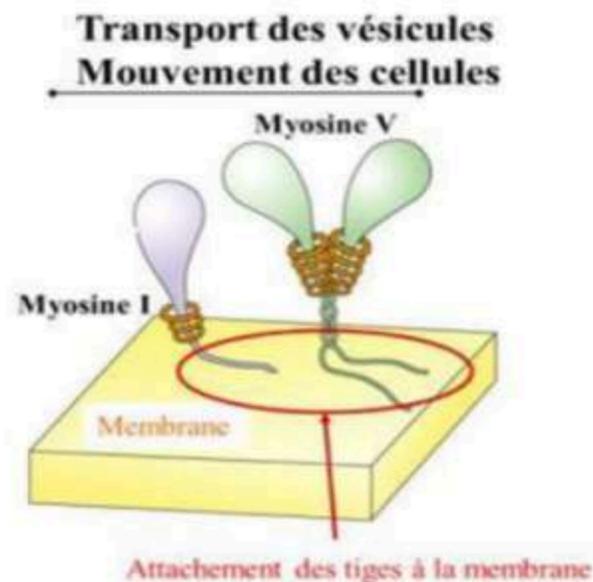
Les **microfilaments d'actine** sont capables de **se déplacer** les uns par rapport aux autres. **Et tous les types de myosines ont cette même conformation caractéristique +++** 🧤

2) Différents types de myosine :

◆ Il existe *différents* de myosine pour assurer **le dynamisme** des microfilaments d'actine, elles ont des **localisations** et des **caractéristiques** qui leur sont **propres**.

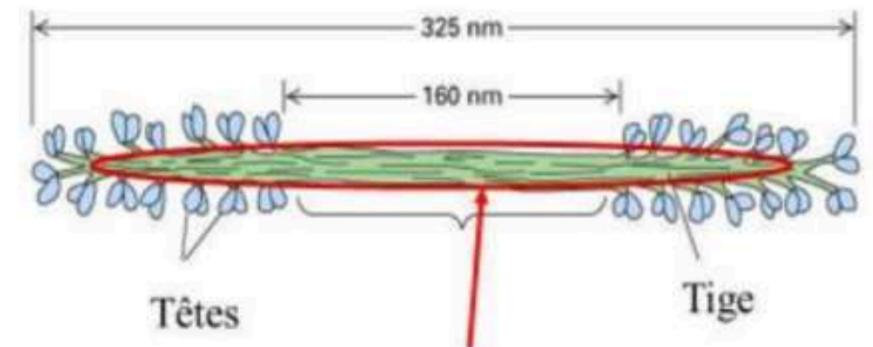
Myosine 1 et 5

- Leur **tige/queue** est souvent associée et fixée aux **membranes plasmiques**.
- Elle va donc permettre des **mouvements de microfilaments** associés aux membranes cellulaires.
- Elles sont impliquées dans le **transport cellulaire et vésiculaire**
- **Fonction : Mouvement + Transport +++**



Myosine 2

- Présentes en grande quantité dans les **cellules musculaires**
- Organisées en **filaments épais** (constitués de 150 à 360 molécules de myosine 2)
- Appartiennent à l'**appareil contractile du muscle squelettique**, par empilement des tiges des myosines de types 2, avec les **têtes** (*avec des sites de fixation à l'actine et des sites d'hydrolyse de l'ATP*) qui ressortent et permettent la **contraction**
- **Fonction : Contraction musculaire +++**



Empilement des tiges de myosines II

3) Fonctions des microfilaments d'actine :

Mécanisme de contraction

Présence d'un filament d'actine **polarisé** (pôle + et pôle -) dont un des monomères est **lié à la tête d'une myosine** au niveau d'un **site de fixation spécifique**

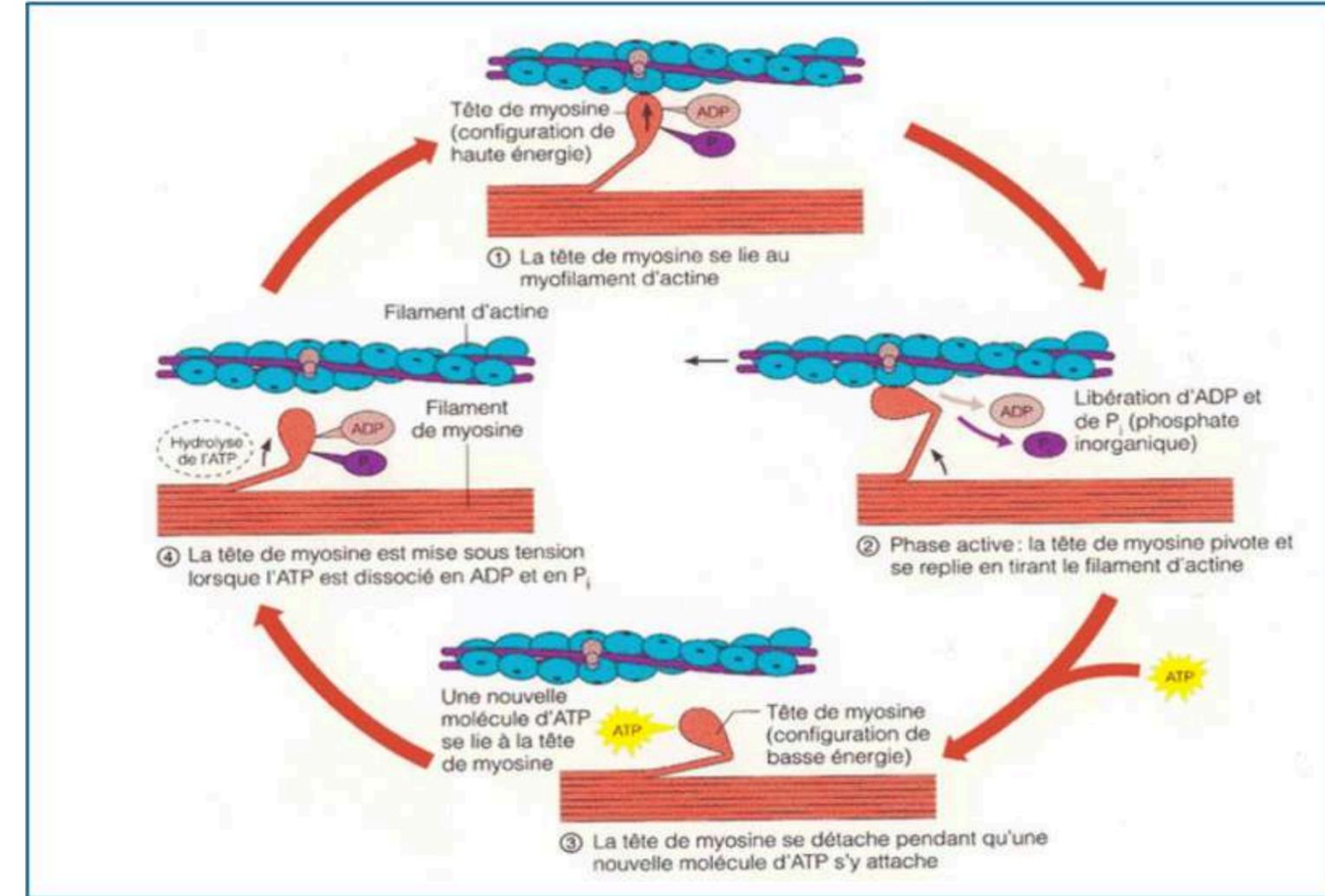
Fixation d'une molécule d'ATP sur la tête de myosine (site ATPase) entraînant la **rupture de la liaison actine-myosine** déjà existante

Hydrolyse de l'ATP → permettant la **libération d'énergie** et donc la **mise en tension de la tête de myosine**

La tête de myosine se **lie à un autre monomère** d'actine (après son changement de configuration)

Libération de l'ADP et du phosphate inorganique permettant le **repliement** de la tête de myosine (configuration de basse énergie) entraînant le **filament d'actine dans la même direction** → *effet ressort, raccourcissent du sarcomère*

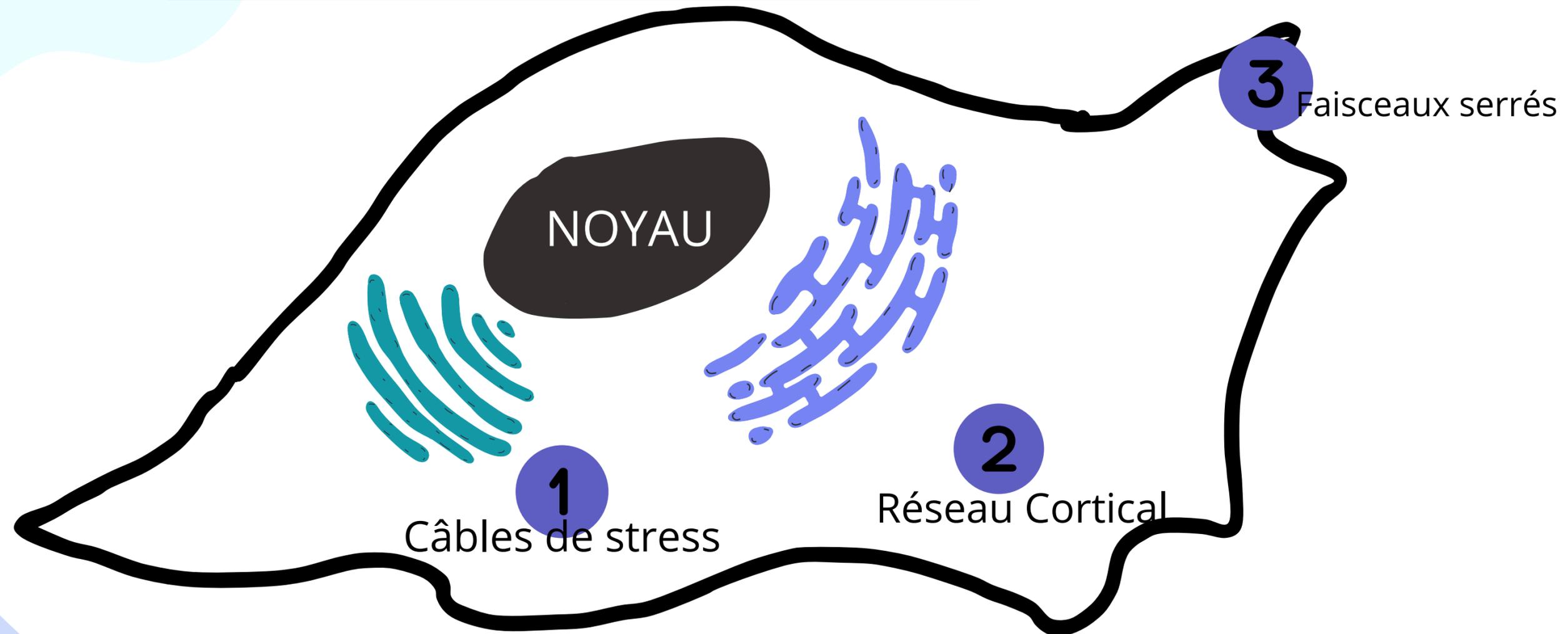
Retour à la situation initiale avec la liaison actine-myosine → **rigidité initiale**



On se retrouve **au final** avec un **CYCLE**. En effet, tout cela à lieu en permanence **au niveau du sarcomère** au sein des myofibrilles des cellules musculaires notamment (cf histo)

Structure et motilité/locomotion cellulaire

Il existe différentes structures dans la cellule qui vont assurer beaucoup de **fonctions**, et ce, notamment dans la locomotion/motilité cellulaire ++.



ON VA ALORS RETROUVER -> 3 TYPES DE CONFORMATIONS DIFFÉRENTES

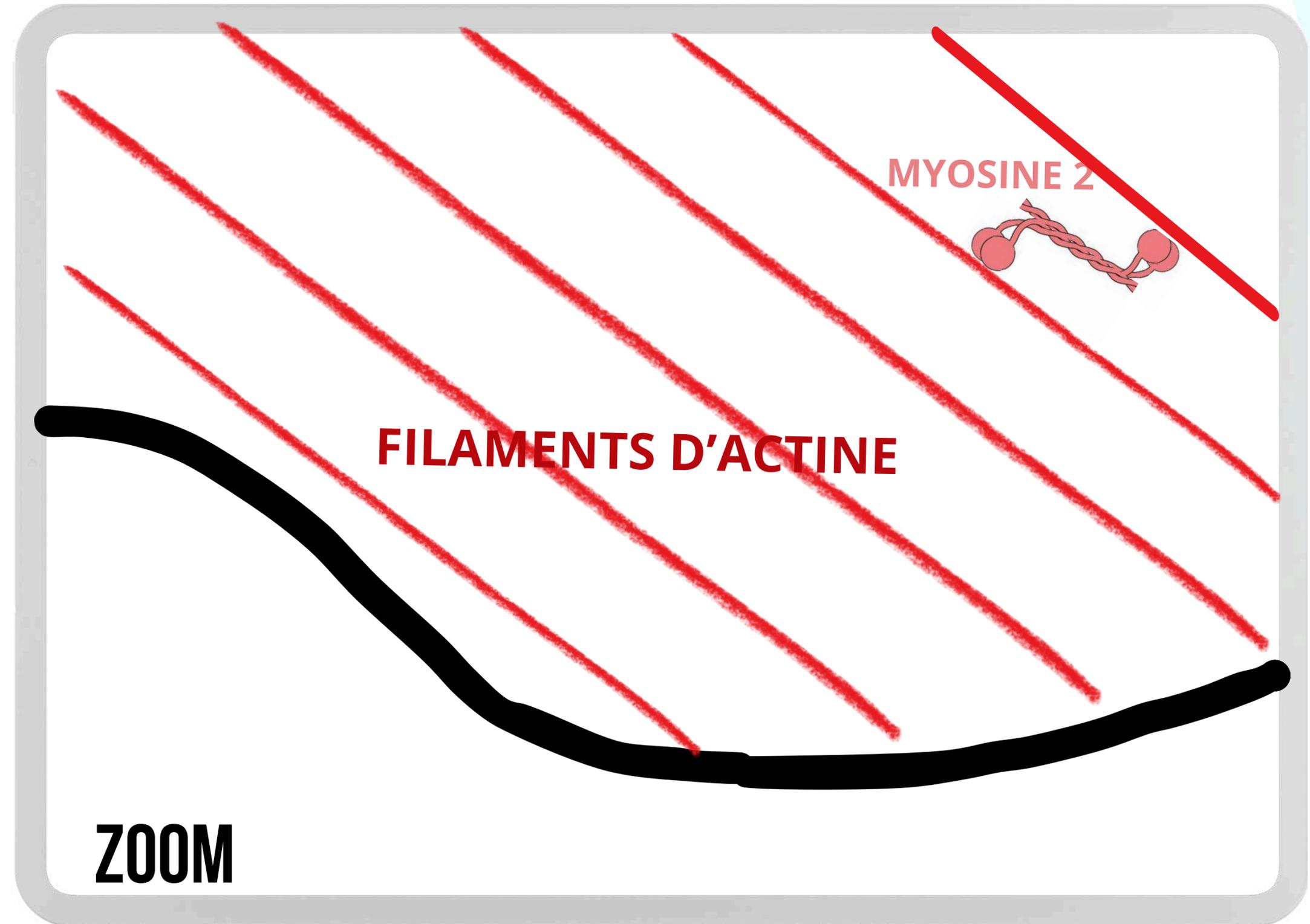
(Que l'on va explorer par l'intermédiaire de zoom sur la cellule)

1

◆ Les Faisceaux larges/contractiles ou Câbles de stress qui forment de longs filaments contractiles **parallèles** les uns aux autres.

◆ Ils sont associés à la **myosine 2⁺⁺** et sont impliqués dans la **rigidité cellulaire/tension cellulaire**.

FAISCEAUX LARGES/CÂBLES DE STRESS

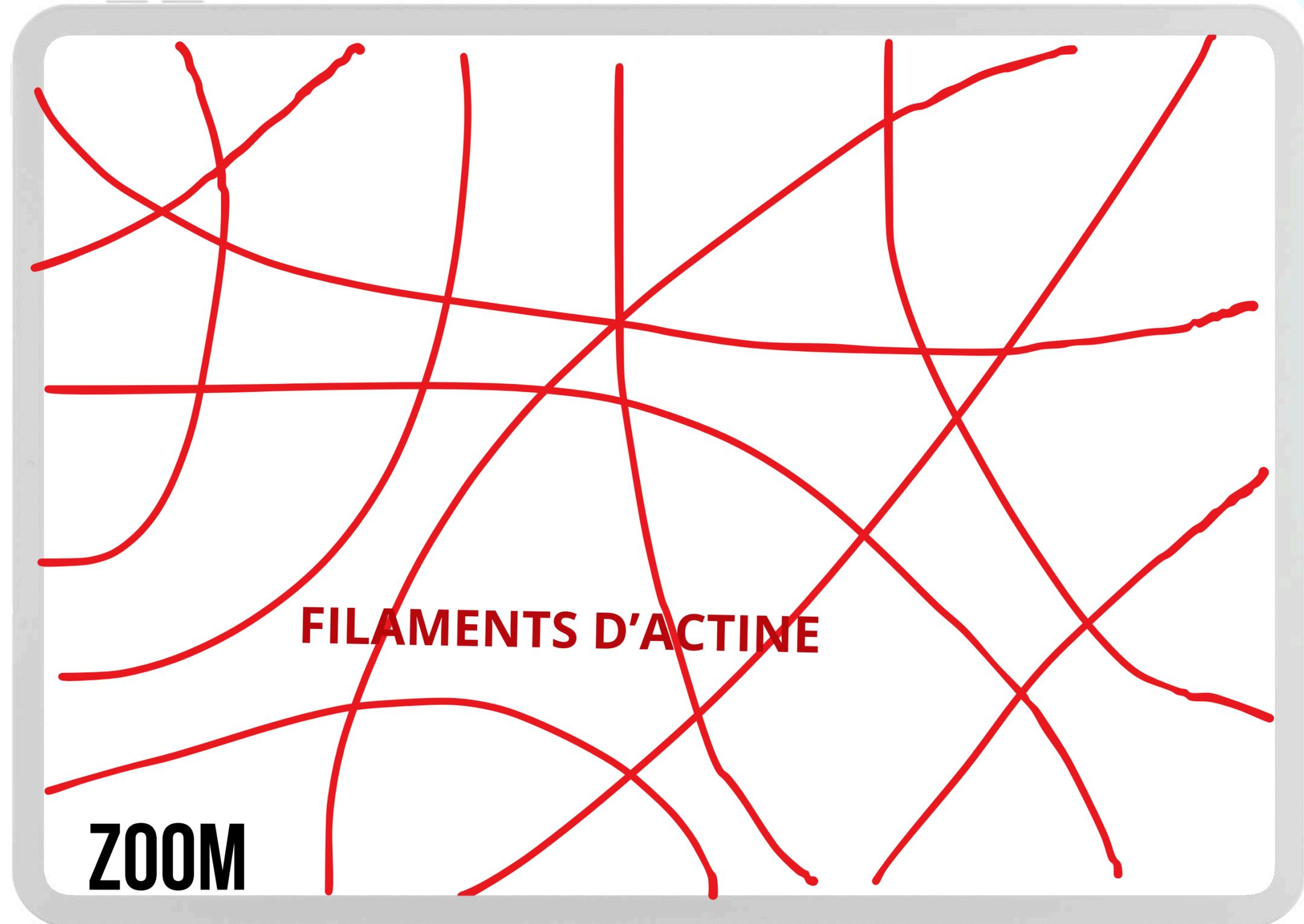


2

RÉSEAU CORTICAL/CORTEX

◆ Le Réseau Cortical est une structure **compacte** qui est situé dans le **cortex cellulaire** sous la membrane plasmique et qui participe à la **forme** celle-ci.

◆ Il est associé à la myosine 1++. Ils sont **non ordonnés**.



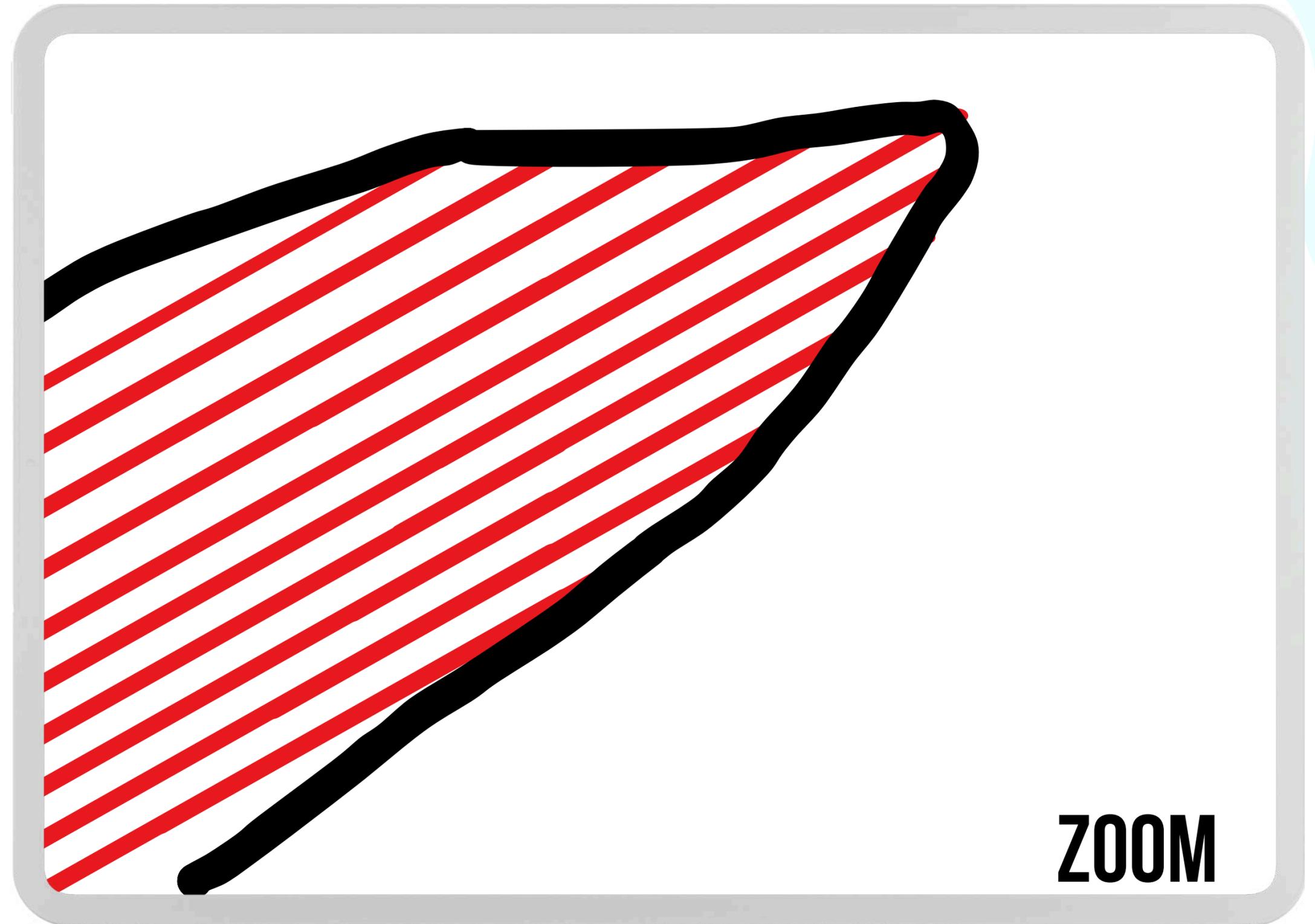
3

FAISCEAUX SERRÉS

◆ Les **Faisceaux serrés** sont des filaments d'actine **parallèles** très proches et **reliés** entre eux.

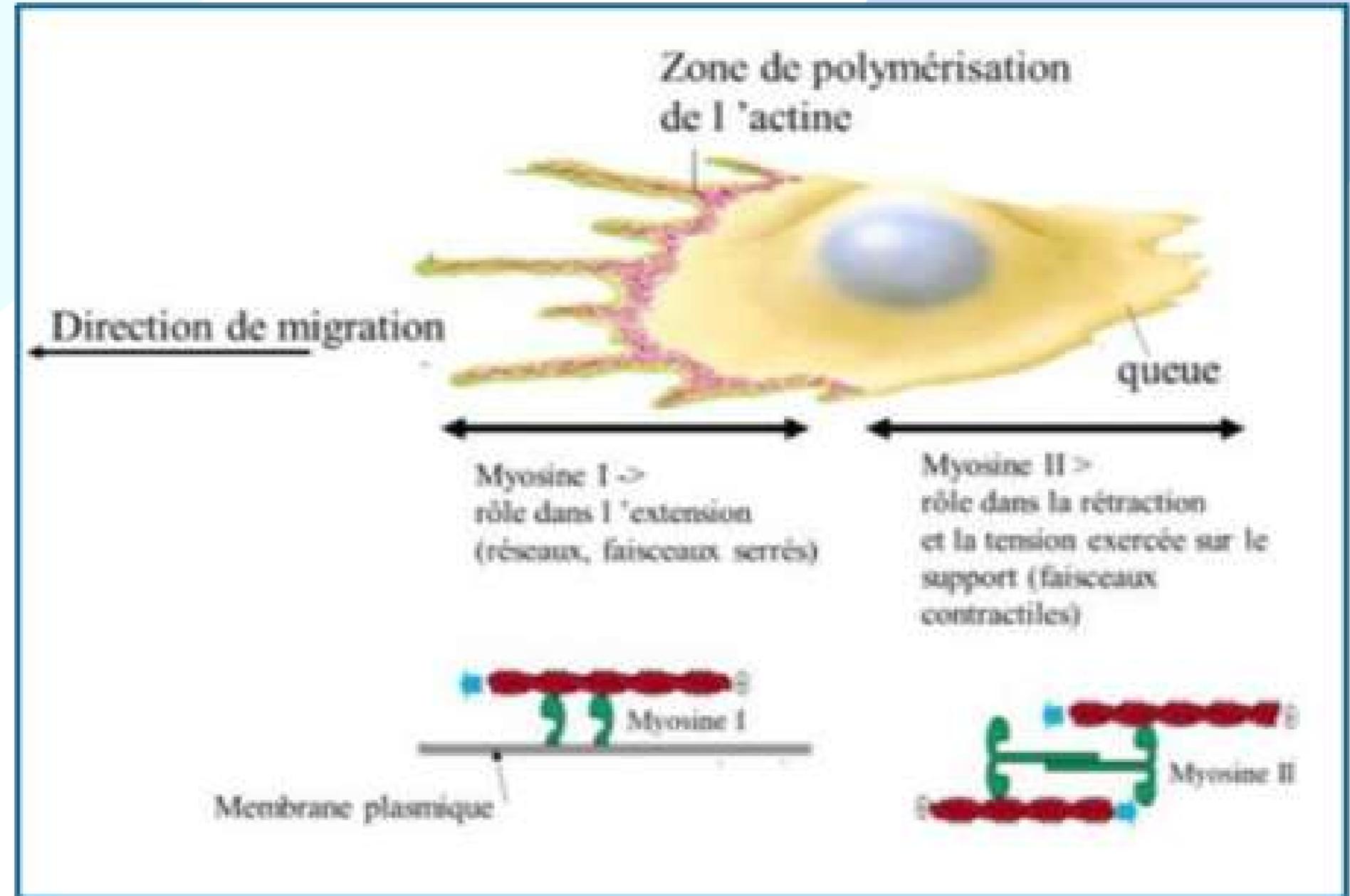
◆ Ils permettent le **mouvement++**, la direction en poussant la membrane dans la direction souhaitée, cela forme des **lamellipodes**.

◆ Ils sont également associés à la **myosine 1++**



L'action des myosines :

- **Myosine 1** : Elle pousse les molécules d'actine vers le **front de migration ++**
- **Myosine 2** : Rôles de « **mini-muscles** » squelettique, déplaçant la **partie postérieure** de la cellule à travers les câbles de stress

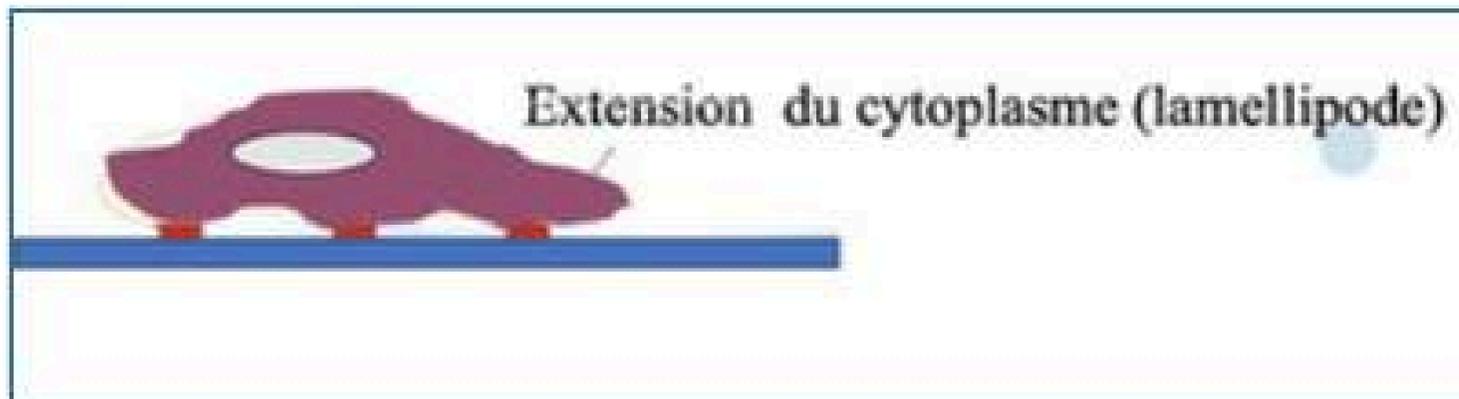
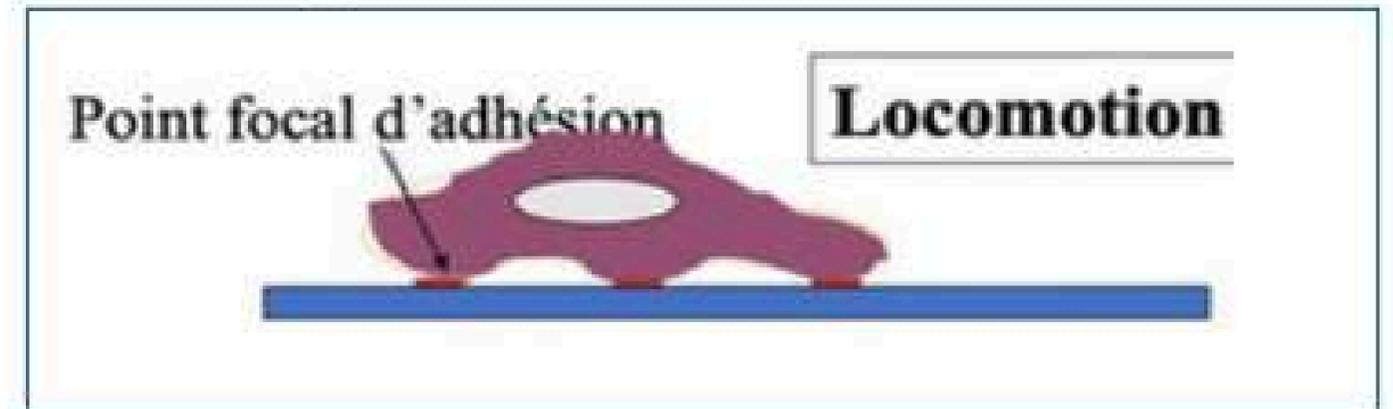


On retrouve une intense polymérisation de l'actine pour faire des extensions membranaires permettant la locomotion cellulaire



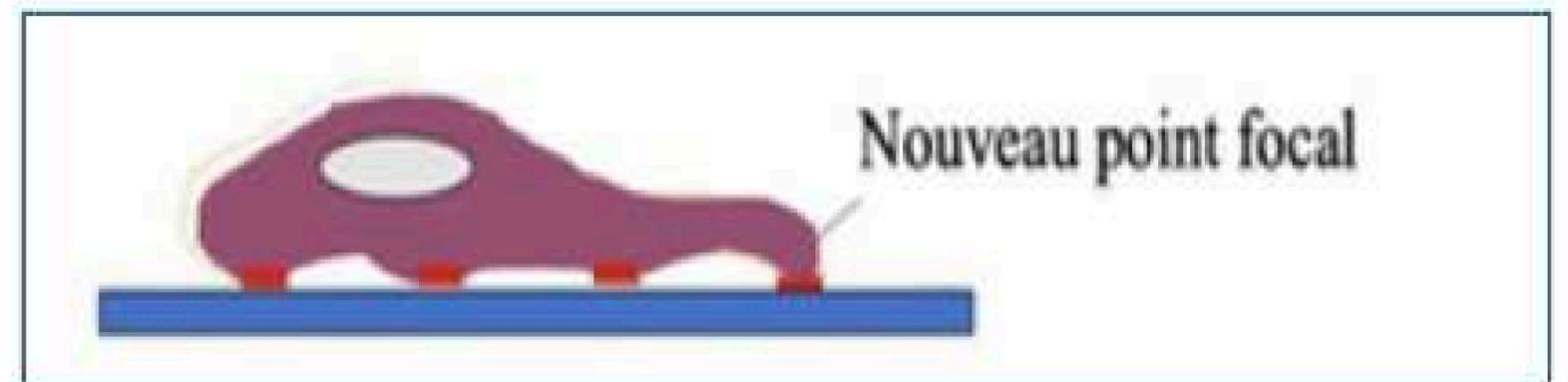
Ex : locomotion du fibroblaste détaillé en plusieurs étapes

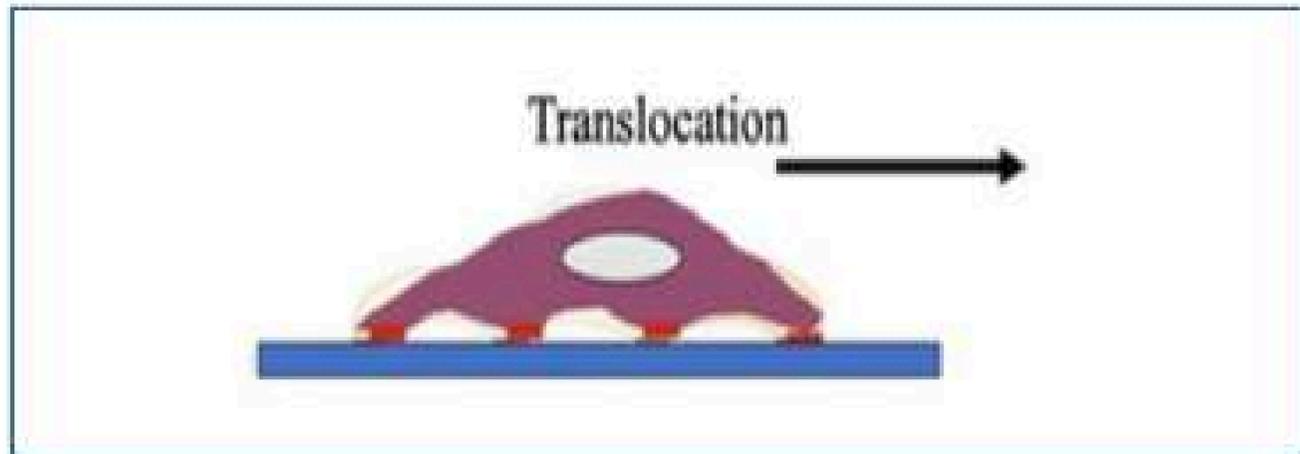
D'un point de vue dynamique, le fibroblaste va avoir des **contacts avec le milieu extracellulaire**, appelés des **adhésions focales ++**.



Dans la direction que veut prendre le fibroblaste, il y a des **extensions** du cytoplasmes = **lamellipodes**, avec des **faisceaux serrés ++**

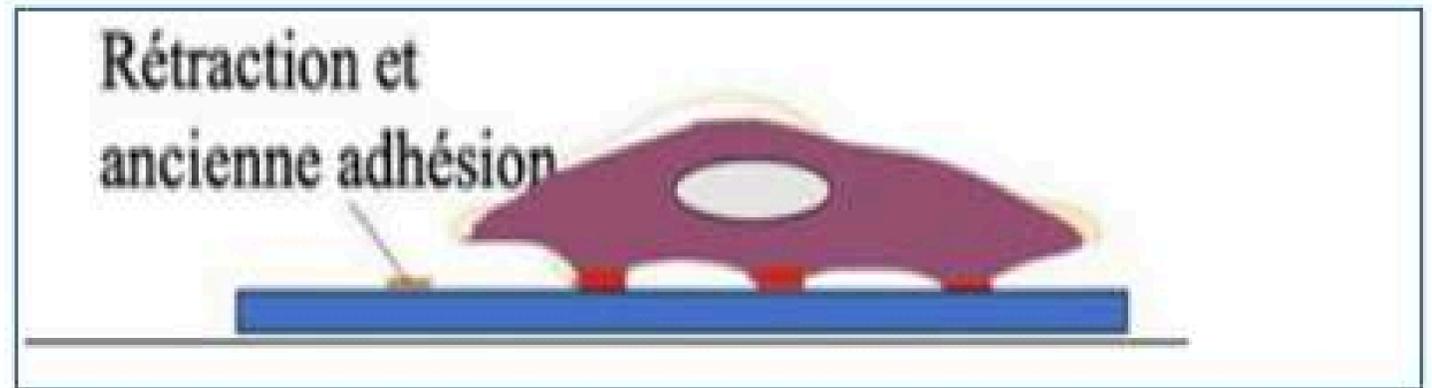
Les **lamellipodes** prennent une direction jusqu'à une **nouvelle adhésion focale**.





Ce qui va entraîner un phénomène de **translocation** de la cellule, qui va être donc favorisé par les **faisceaux contractiles** associés à la **myosine 2**.

Il y a donc une **rétraction** de la partie postérieure de la cellule, et l'**ancienne adhésion est libre** → **Le fibroblaste à avancer.**

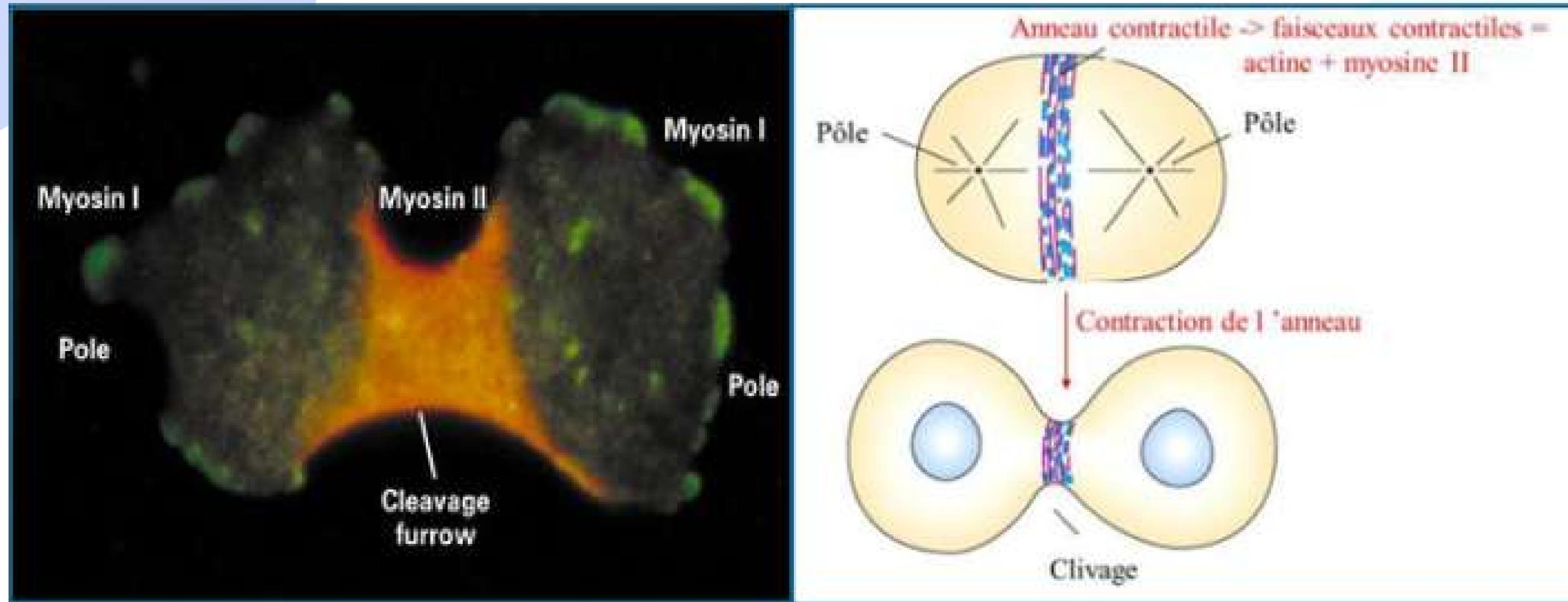


↳ Ainsi, on peut remarquer et retenir que la cellule à besoin de son cytosquelette dynamique pour atteindre des point d'adhésion et se mouvoir !



Division cellulaire

Actine et myosines 1 et 2 participent, à la division cellulaire, notamment lors de la **cytocinèse**.

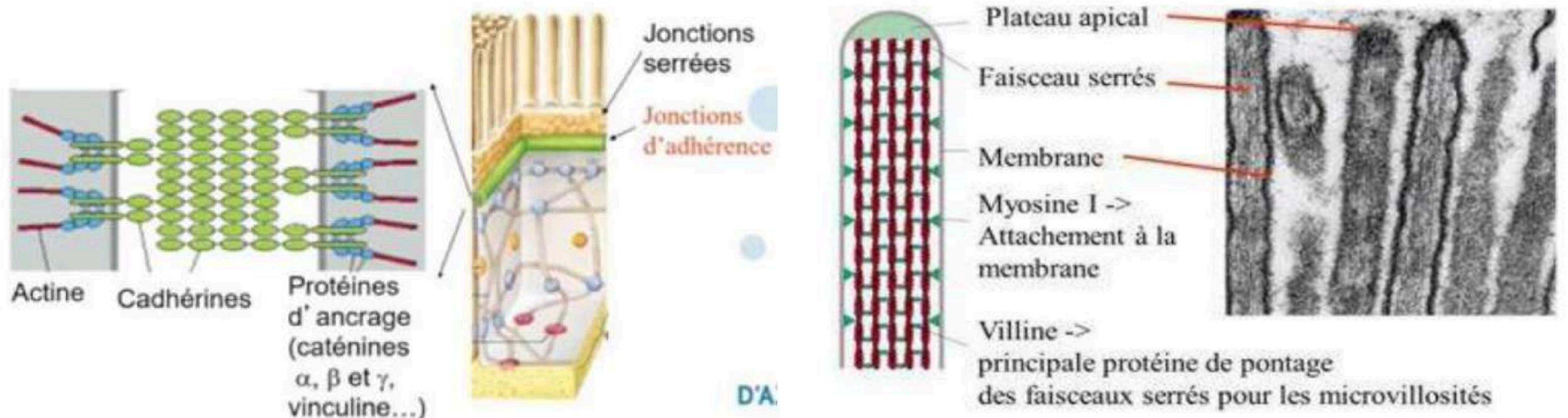


C'est comme un « *nœud coulant* » au milieu de cette division, un anneau contractile, qui est fait de :

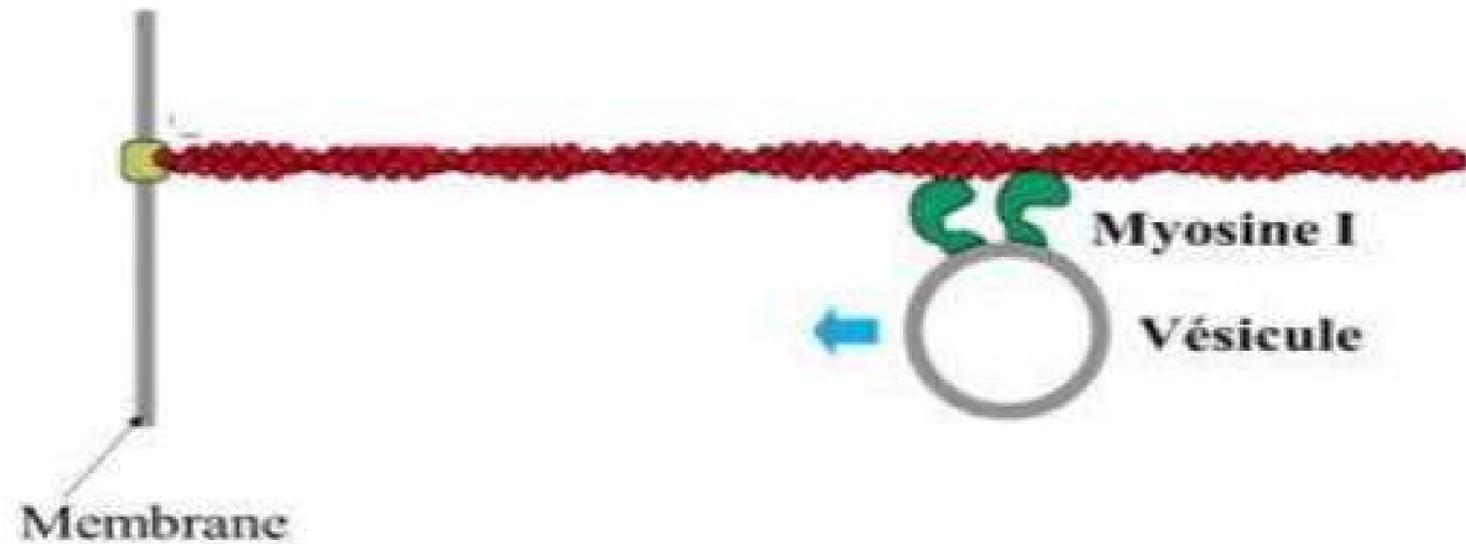
- **Faisceaux contractiles d'actines**
- Association d'**actine** et de myosine 2 +++ (c'est grâce à la myosine que cet anneau se contracte et clive la cellule)

Forme et Mouvement des épithélia (fonctions)

- ◆ Dans les **épithélia**, les **microfilaments** d'actine permettent de former différents **types** de **jonctions** : ici nous verrons les jonctions adhérentes et les jonctions serrées. Ces jonctions sont présentes dans les épithélia et permettent **d'accoler deux cellules voisines**.
- ◆ Les **moteurs moléculaires** ne servent donc pas uniquement à se **déplacer**, il participent aussi à la **structure cellulaire** et tissulaire en associant et en mettant sous **tension** les filaments d'actine.



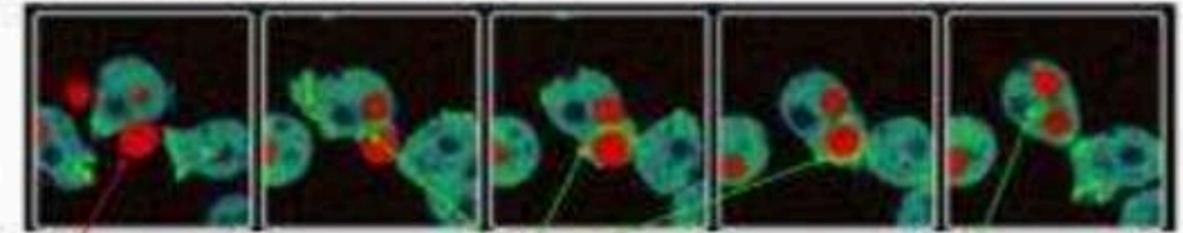
Transport vésiculaire



- ◆ Le **transport vésiculaire** est important car c'est un **flux vectoriel permanent++**
- ◆ L'action **moteur** de la **myosine 1**, en présence d'**ATP** et de molécules régulatrices, va permettre le **déplacement** moteur de ces **vésicules** le long de ces microfilaments

Phagocytose

Visualisation d'une protéine fusion actine-GFP (Act-GFP) par microscopie confocale



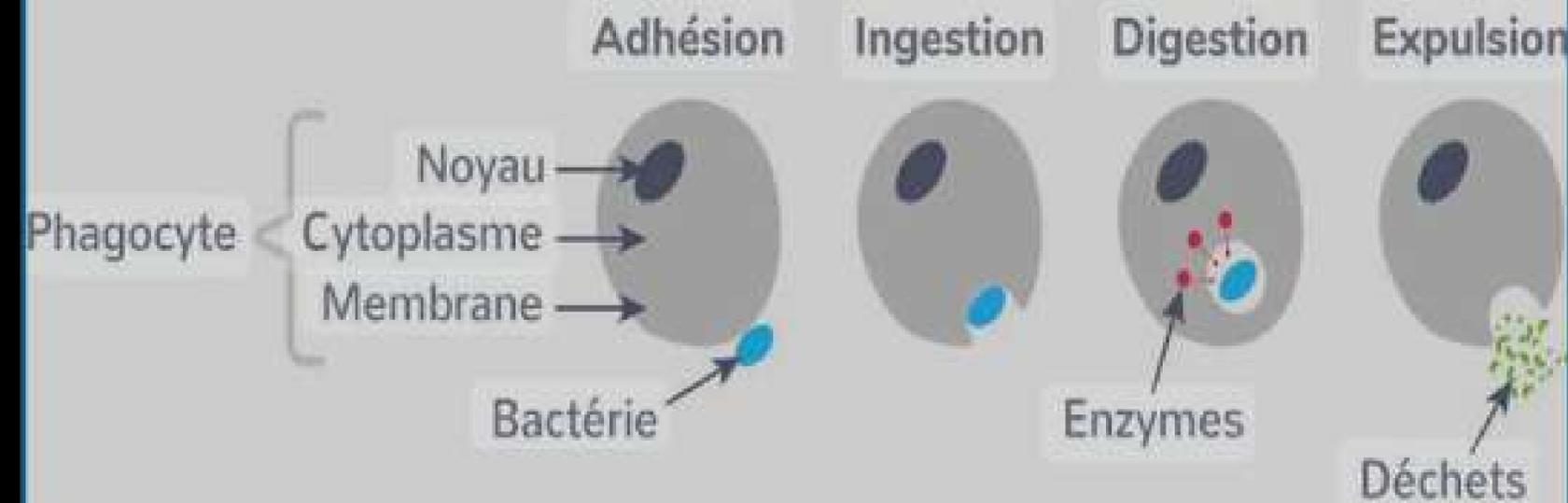
Levure qui va être phagocytée

Accumulation transitoire d'Act-GFP à la surface du pseudopode

Une fois la phagocytose terminée, l'Act-GFP se redistribue dans le cytoplasme

Il y a une forte concentration d'actine à la surface des pseudopodes du macrophage

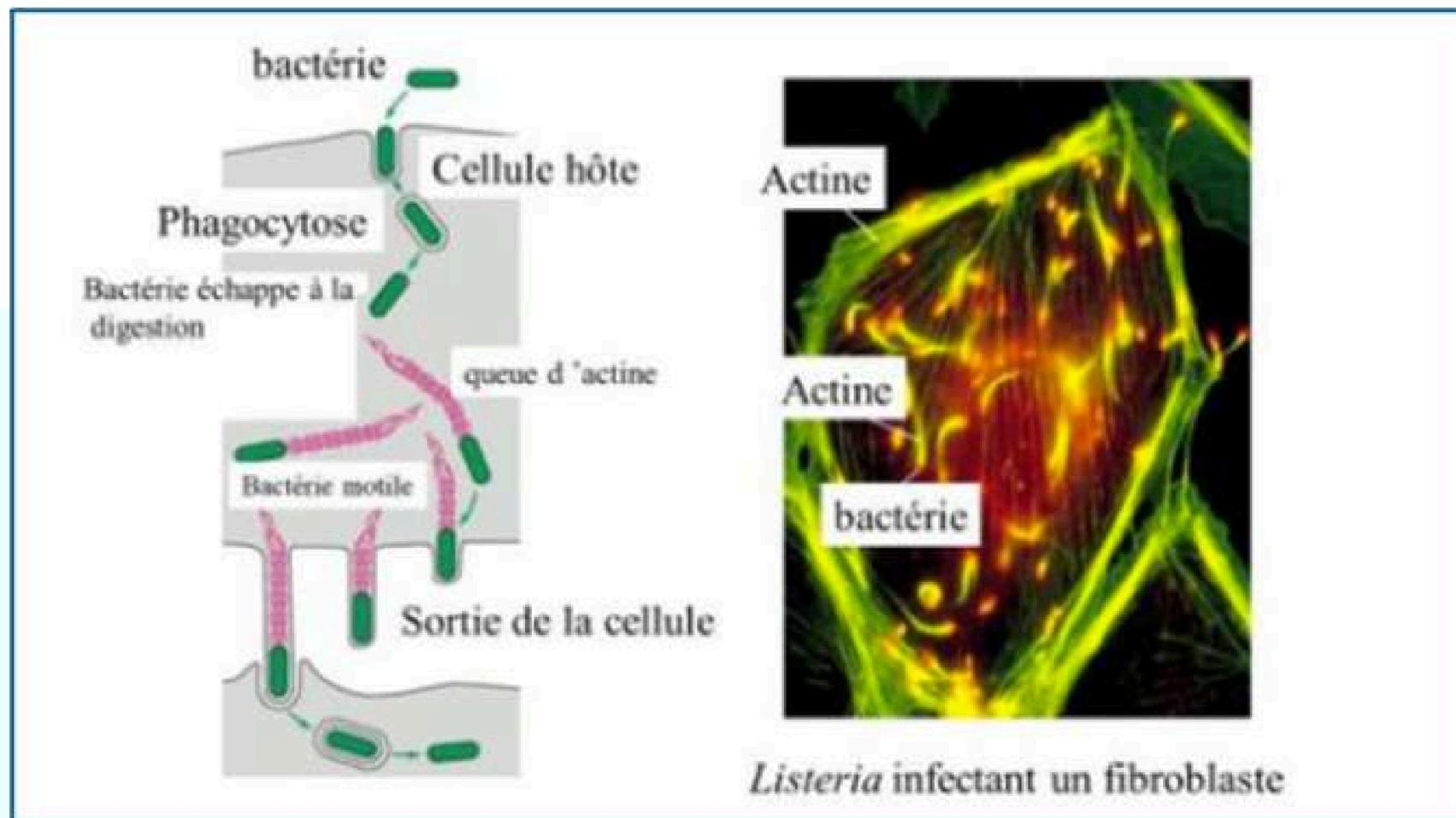
Les étapes de la phagocytose



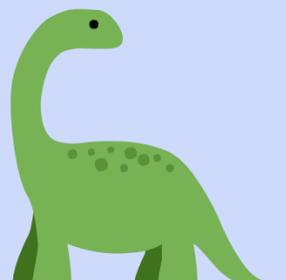
Mouvement intracellulaire de bactéries



- ◆ Certaines bactéries interagissent avec nos cellules. C'est le cas de la *bactérie listeria monocytogenes*. Elle va **infecter** nos cellules, qui va **détourner** l'action des **microfilaments d'actine**. Ce qui lui permet de **se déplacer** très rapidement au sein du cytoplasme.



- ◆ Cette bactérie va **échapper à la phagocytose** et favoriser la **polymérisation** d'une **queue d'actine** sur un des pôles.
- ◆ **Ce qui va augmenter son dynamisme !!**



QCM&M's

QCM 2 : À propos des microfilaments, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :

- A) La polymérisation de l'actine implique l'ajout d'actine G seule au pôle +
- B) L'actine possède un rôle dans l'architecture et la dynamique cellulaire
- C) La myosine 2 est localisé au niveau des faisceaux larges dans les lamellipodes
- D) La tête de la myosine est responsable de fournir la force motrice
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses





QCM&M's Correction

QCM 2 : À propos des microfilaments, indiquez la(les) propositions exactes :

- A) La polymérisation de l'actine implique l'ajout d'actine G seule au pôle + -> c'est de l'actine G-ATP (la coiffe on oublie pas)+++**
- B) L'actine possède un rôle dans l'architecture et la dynamique cellulaire**
- C) La myosine 2 est localisé au niveau des faisceaux larges dans les lamellipodes -> c'est vrai la myosine 2 est associé aux faisceaux larges/câbles de stress mais ce sont les faisceaux serrés qui sont avec la myosine 1 au niveau des extensions**
- D) La tête de la myosine est responsable de fournir la force motrice -> la base**
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses**

QCM&M's

QCM 3 : À propos de la modulation de l'équilibre de la polymérisation de l'actine, indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s)

- A) La profiline favorise la polymérisation des filaments d'actine
- B) La phalloïdine se fixe sur le pôle + afin de bloquer la dépolymérisation
- C) La thymosine $\beta 4$ est une toxine qui joue un rôle dans l'équilibre
- D) La thymosine $\beta 4$ favorise la dépolymérisation des filaments d'actine
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses





QCM&M's
Correction

QCM 3 : À propos de la modulation de l'équilibre de la polymérisation de l'actine, indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s)

A) La profiline favorise la polymérisation des filaments d'actine

B) La phalloïdine se fixe sur le pôle + afin de bloquer la dépolymérisation -> non il se fixe sur le filament entier et le bloque dans cette configuration (empêche donc la dépolymérisation)

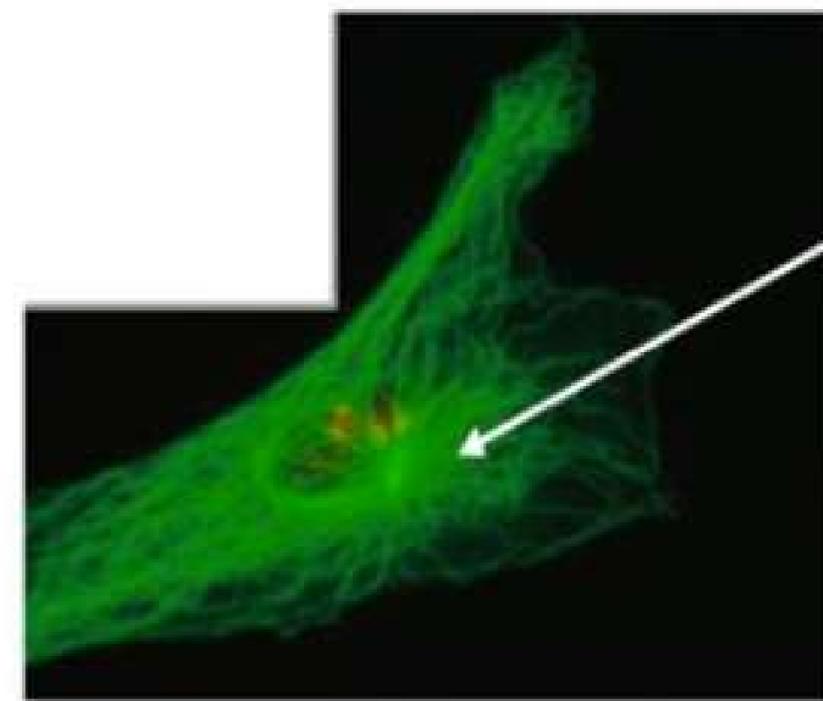
C) La thymosine β 4 est une toxine qui joue un rôle dans l'équilibre -> c'est un facteur endogène attention la team

D) La thymosine β 4 favorise la dépolymérisation des filaments d'actine

E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

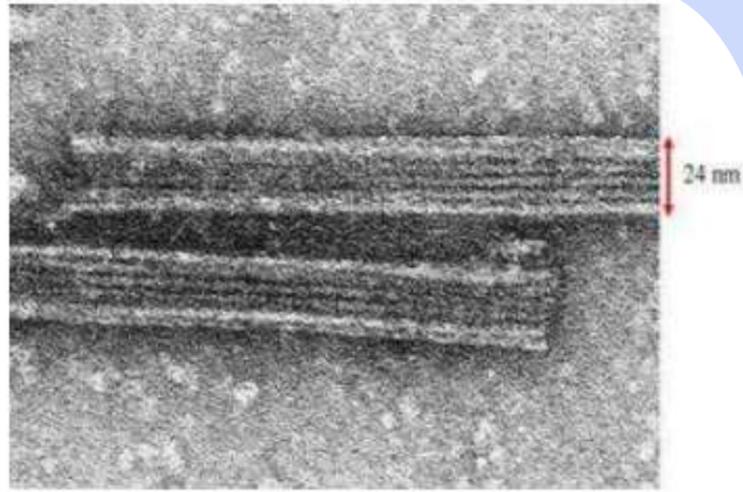
III - Microtubules

- ◆ De même que les **microfilaments** qui étaient formés à partir de **monomères**, les microtubules sont construits à partir de **monomères particuliers = monomères de tubuline**.
- ◆ Il s'agit d'un **réseau** qui cohabite avec les microfilaments d'actine. Ces microtubules sont arrangés dans la cellule à partir d'un **centre organisateur de microtubules** qui remplissent le **cytosol** (en vert sur la photo).
-> On l'appelle le **centrosome** +++



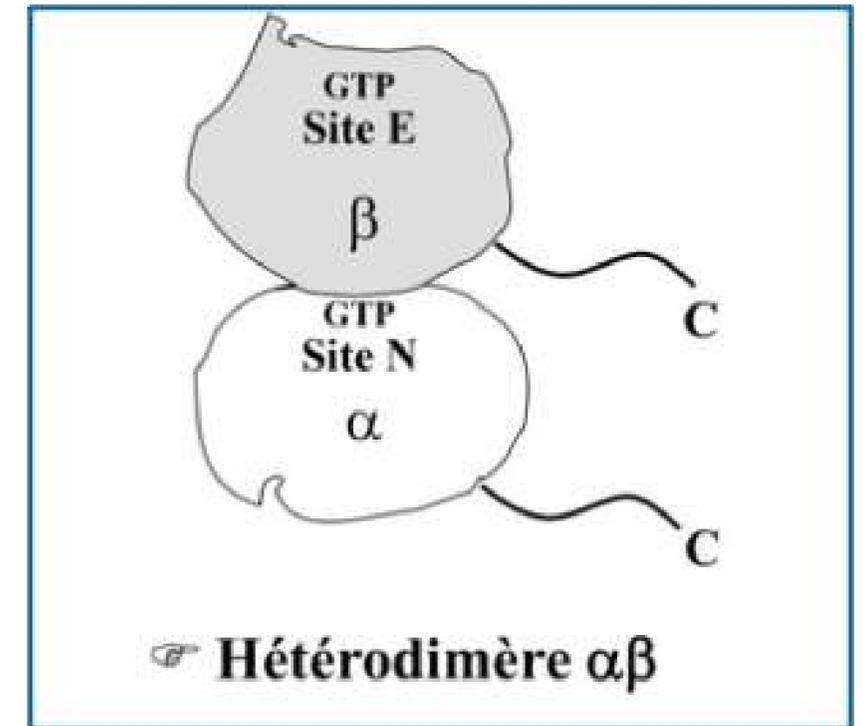
Centrosome

1) La tubuline



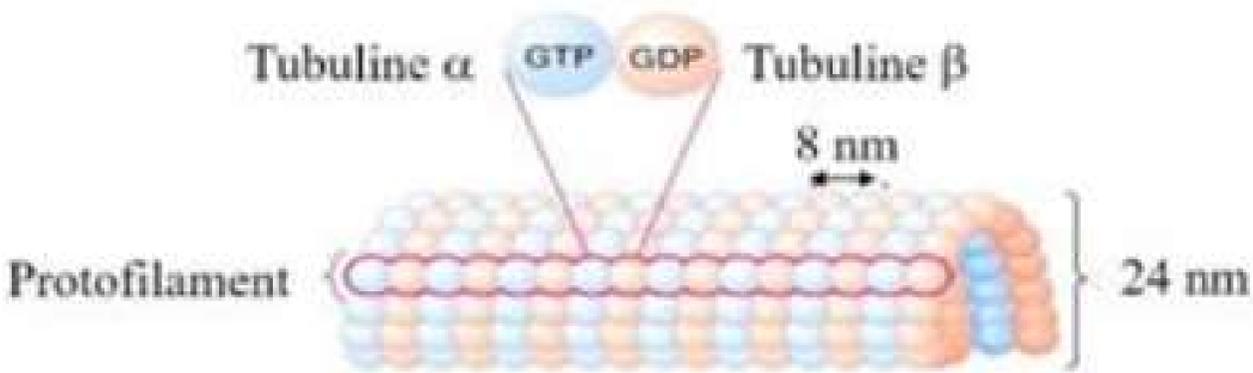
◆ Le microtubule est une **structure cylindrique** de **24 nm** de diamètre formée de sous unités de **tubuline**. Il a la capacité de **s'auto polymériser**, en présence de **magnésium** et PAS d'ATP mais du **GTP+++**.

◆ La tubuline est une protéine très **abondante**. Celle-ci existe sous deux formes : **la forme α** (avec GTP++) et **la forme β** (avec du GTP++ soit GDP++).



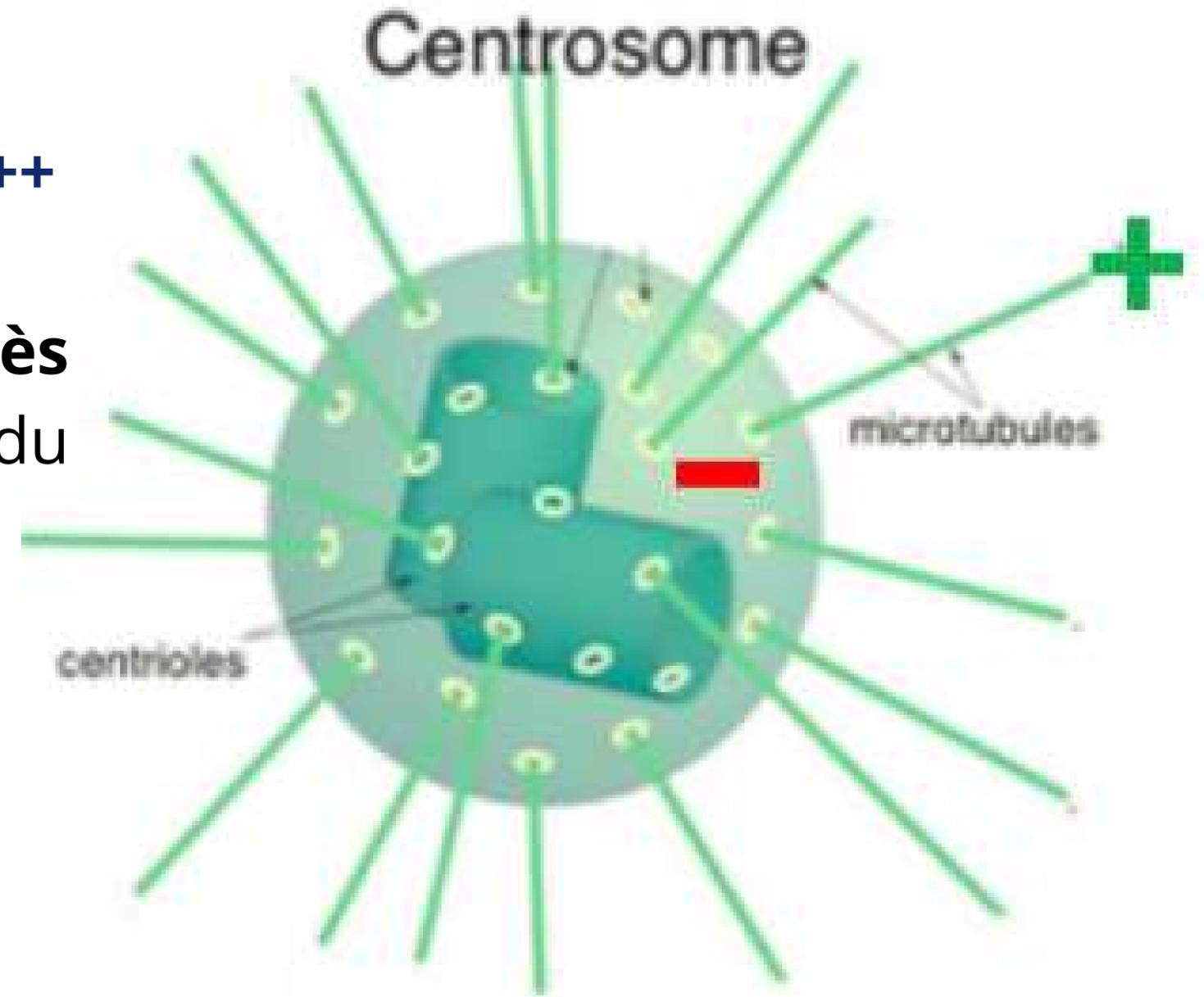
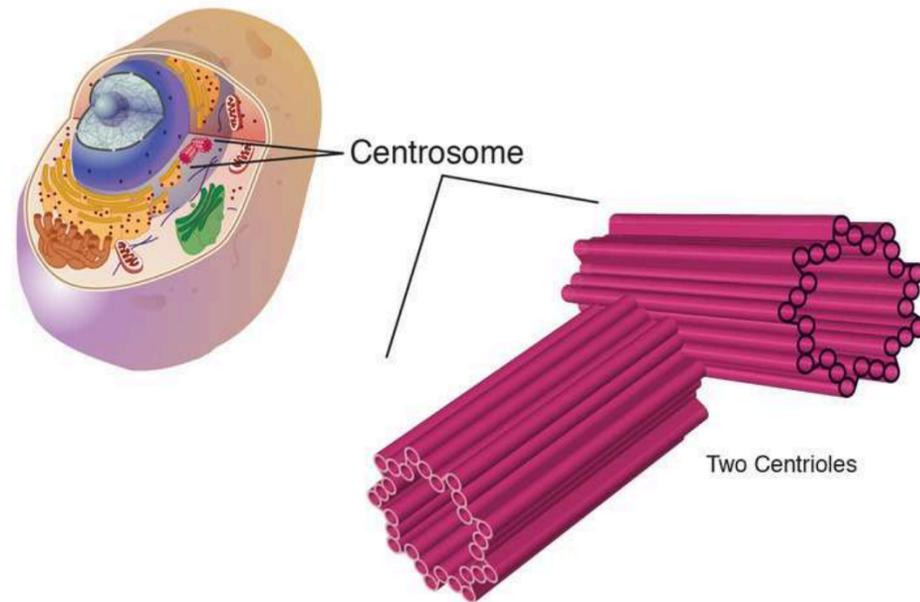
Ces monomères sont en réalité des hétérodimères de tubuline α et β

◆ C'est la **tubuline bêta** qui va donc conférer cette propriété de **polymérisation** dépendant de la molécule contenant l'énergie qui est ici le **GTP++** car la **tubuline alpha** bien que toujours associé à un GTP **n'est pas capable de l'hydrolyser** et de fournir de **l'énergie**.



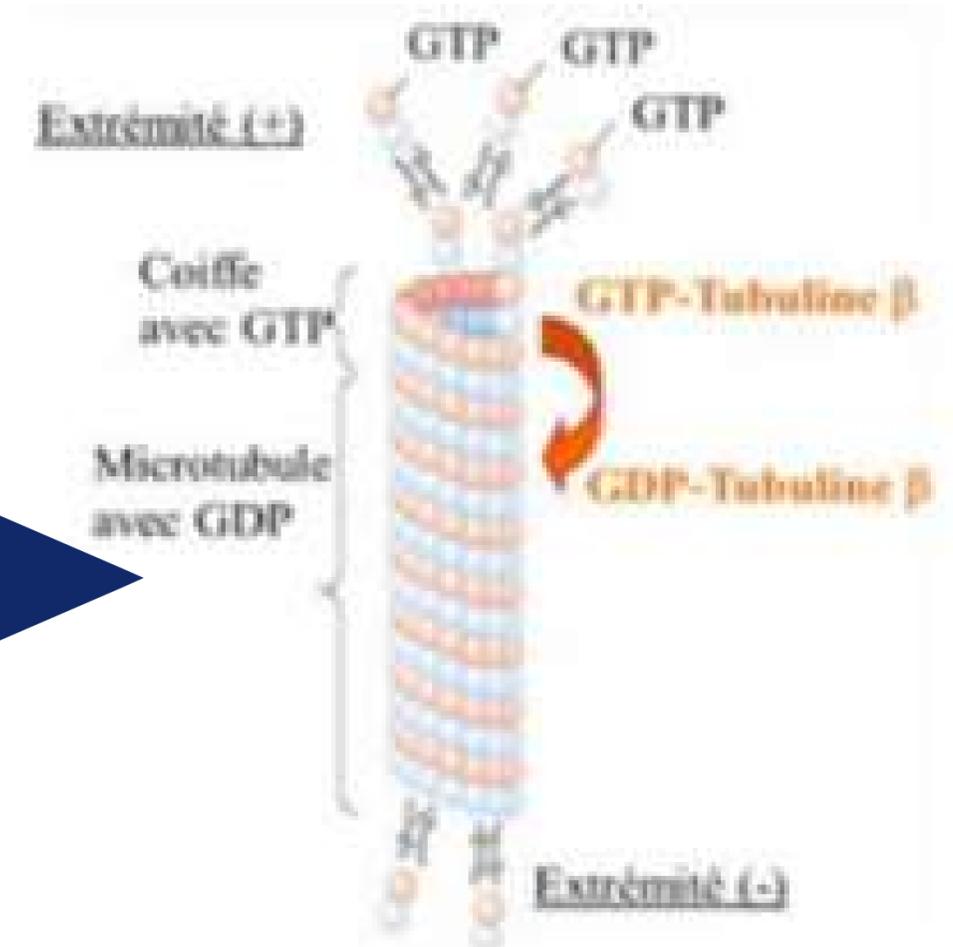
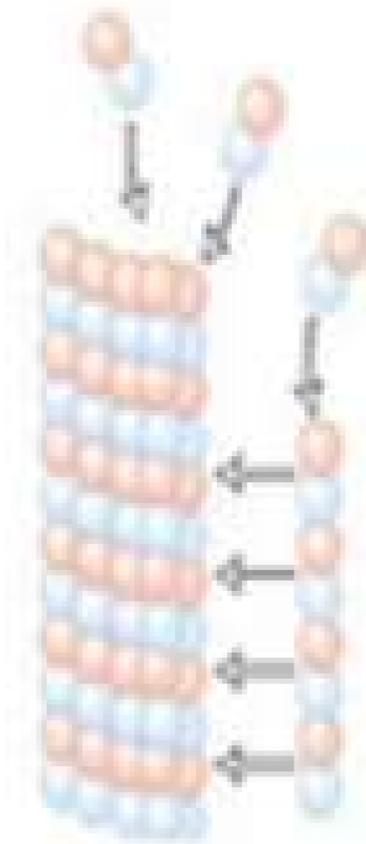
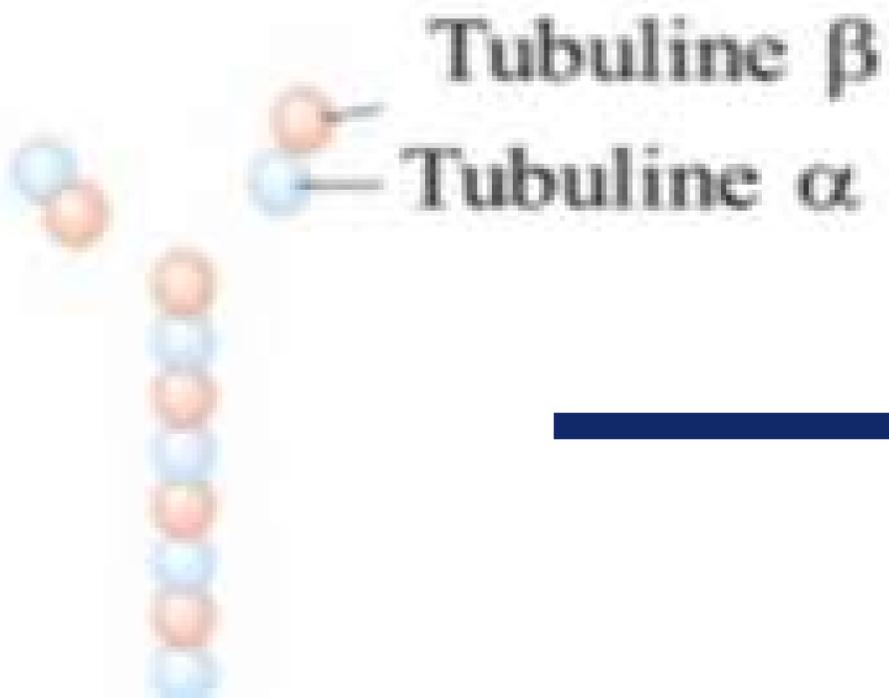
2) Le centrosome

- Centre de « **formation** » des microtubules
- Constitué de 2 centrioles perpendiculaires++
- Il est **adjacent** au noyau
- Les microtubules forment donc un **réseau très dense** irradiant dans tout le **cytosol** à partir du centrosome



⚠ Le pôle - du microtubule est adjacent au centrosome tandis que le pôle + est tourné vers la périphérie cellulaire.

3) Assemblage d'un microtubule (3 étapes)



1) ASSEMBLAGE DU PROTOFILAMENT À PARTIR DES HÉTÉRODIMÈRES

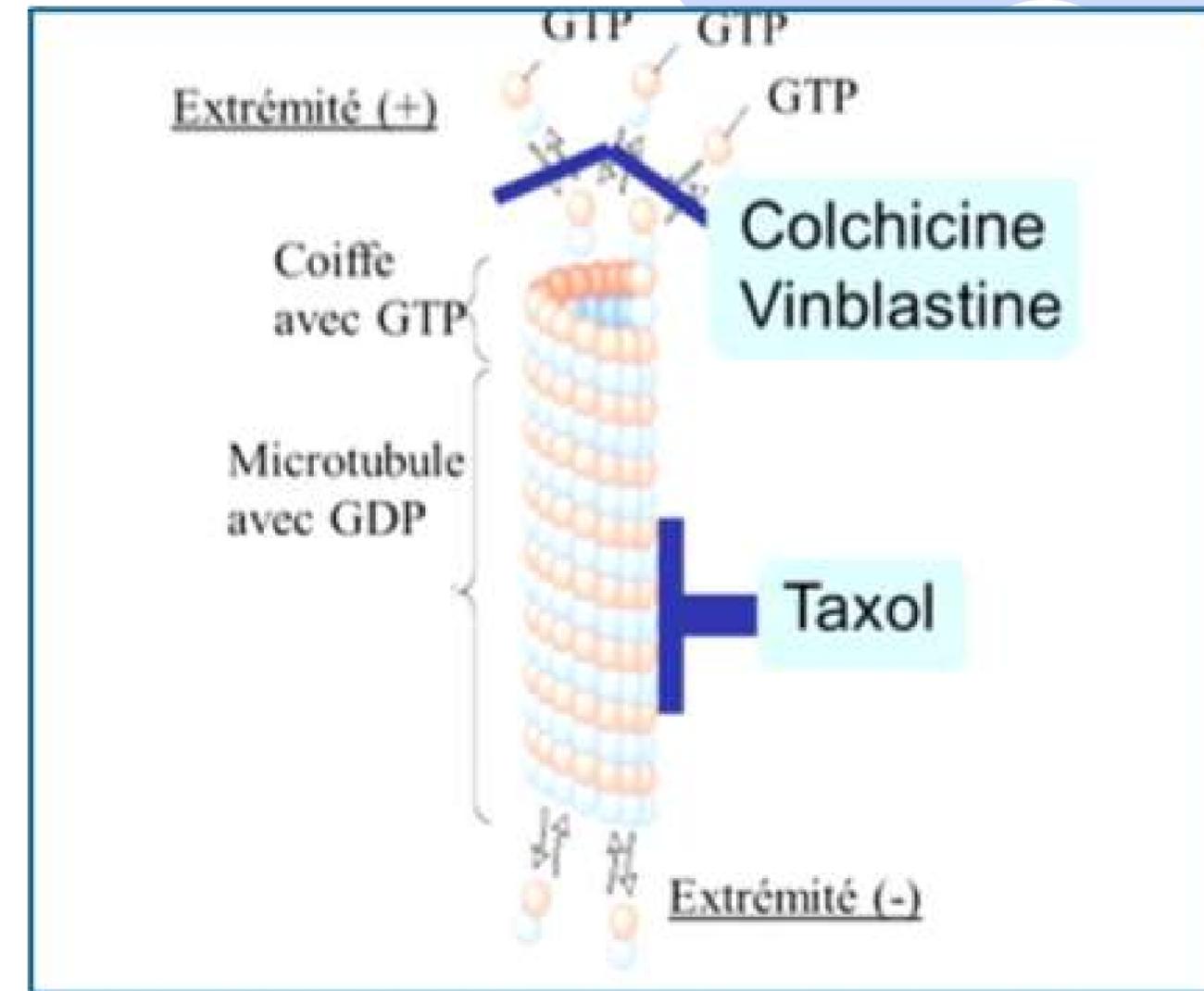
2) ASSEMBLAGE DES PROTOFILAMENTS EN CYLINDRE (de 24nm)

3) ÉLONGATION DU MICROTUBULE

4) Modulation de la formation d'un microtubule

◆ Il existe des toxines qui vont interagir avec la polymérisation, dont certaines sont utilisées en thérapie humaine, comme :

- La **colchicine et la vinblastine** se fixent sur les **hétérodimères libres** et empêchent la **polymérisation**. En revanche, la **dépolymérisation** se poursuit, entraînant le **raccourcissement progressif** des microtubules.
- Le **taxol** stabilise les microtubules : il **bloque** la **division des cellules** qui dépendent des microtubules, en empêchant la **désintégration des microtubules**.



Intérêt en pathologies



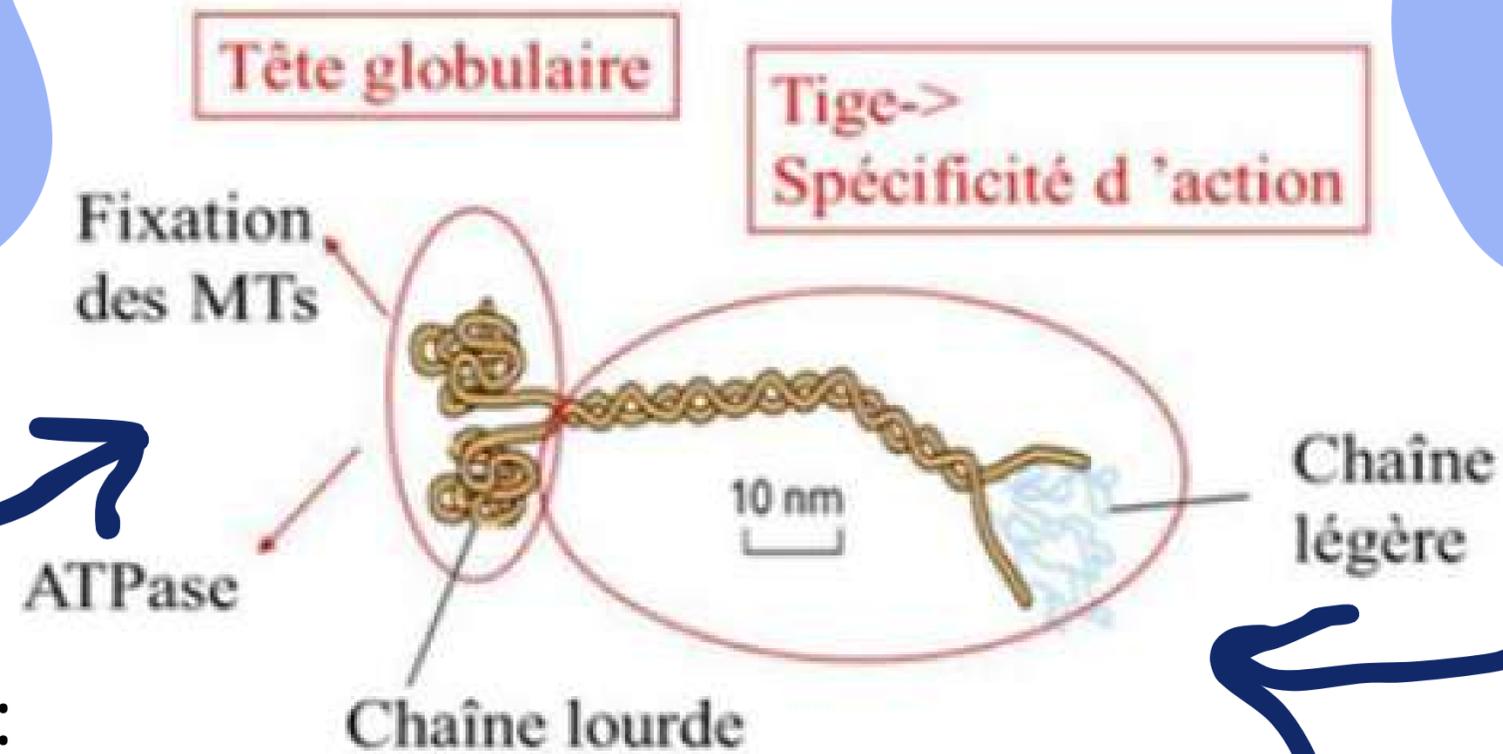
Nos beaux dinos ambulanciers

Vinblastine + Taxol = Chimiothérapie anticancéreuse
Colchicine = Traitement de la goutte (depuis l'Antiquité).



5) Kinésine et Dynéine, les moteurs des microtubules 🧣🧣🧣

Une **tête globulaire** qui comporte l'activité ATPase, et qui va se fixer au **microtubule**



Une **tige/queue** qui va leur conférer des spécificités d'actions

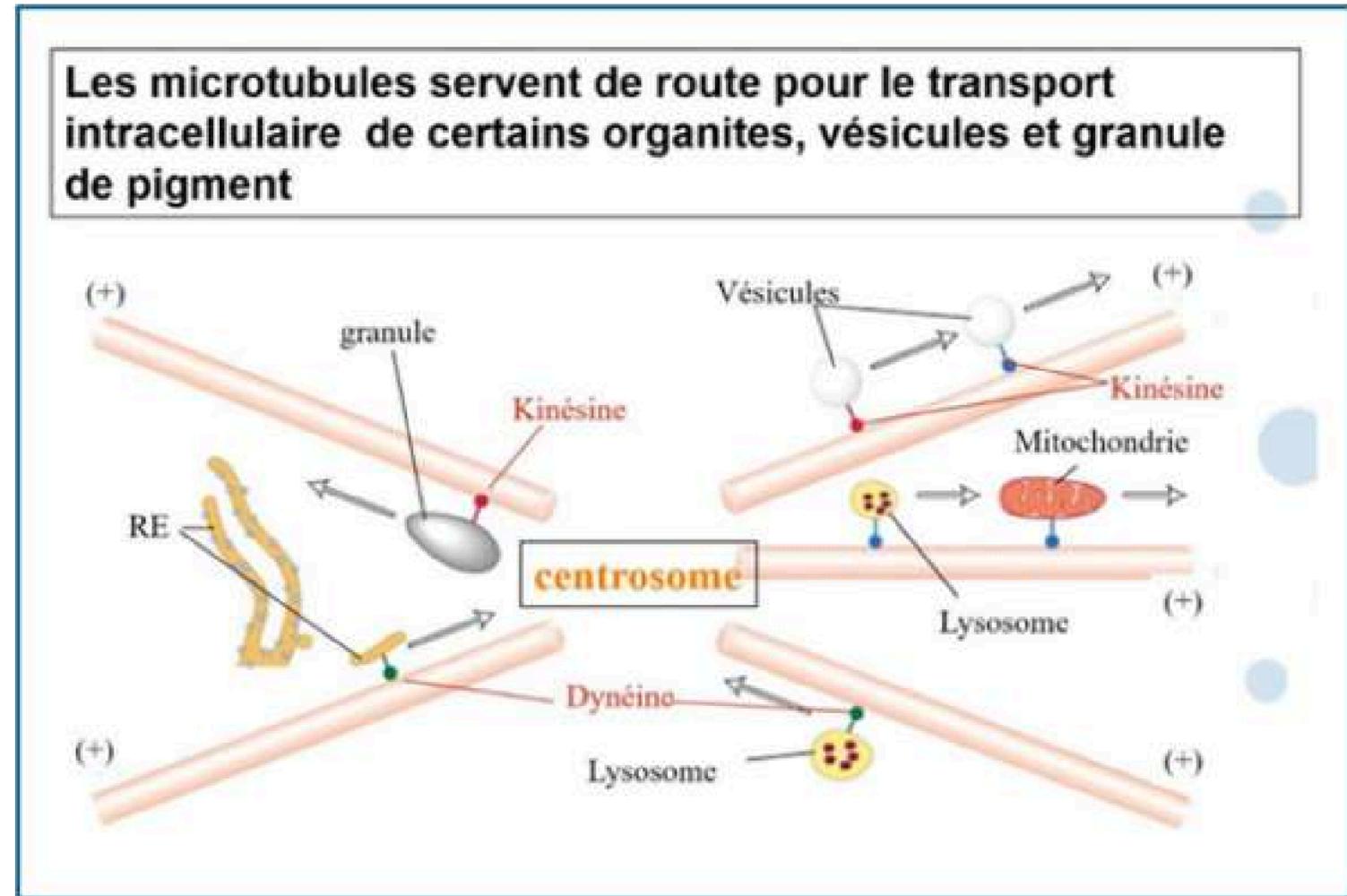
Ce transport est orienté :

- ◆ Les kinésines effectue un transport du **pôle -** vers le **pôle +** = **Vers l'extérieur** de la cellule
- ◆ Les dynéines transportent du **pôle +** vers le **pôle -** = **Vers l'intérieur** de la cellule = Centrosome ++

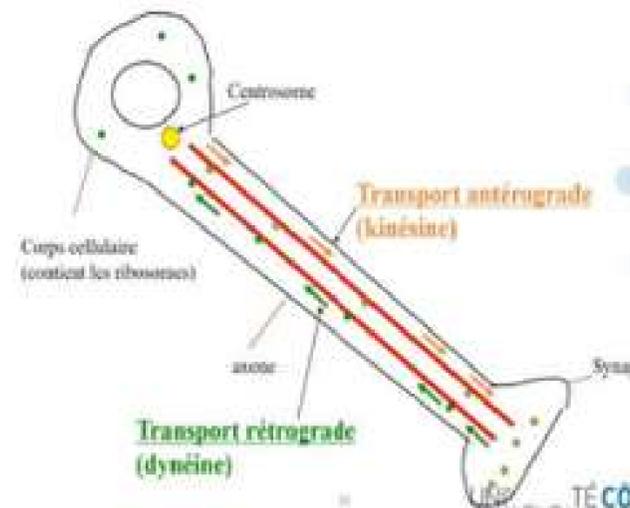
🤖 Mnémo : **On sort chez le Kiné (vers l'extérieur donc vers le +) puis on rentre diner (vers l'intérieur donc vers le -)**

6) Fonctions des microtubules

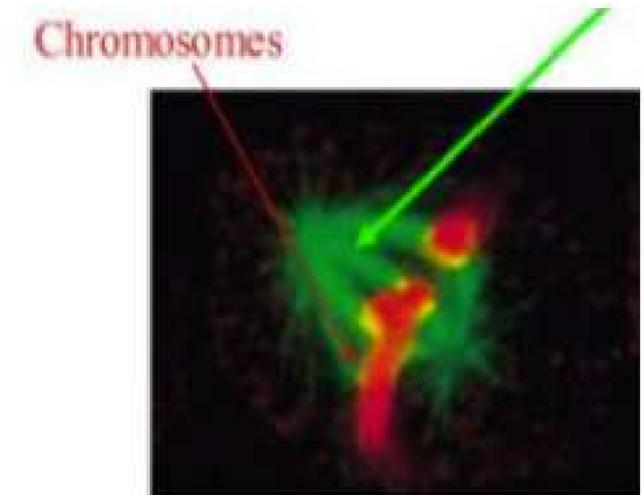
◆ Ces **microtubules** servent de « **routes intracellulaires** » sur lesquelles se déplacent, à l'aide des **moteurs moléculaires**, des **organites**, des **vésicules** de stockages ou bien des **granules** de pigment.



Exemple du transport axonal :



Exemple de la mitose :





QCM 4 : À propos des microtubules, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :

- A) La tubuline alpha confère la propriété de polymérisation
- B) Le centromère comporte deux centrioles perpendiculaires
- C) La dynéine assure un transport dit rétrograde (du pôle + vers le pôle -), donc vers le centromère
- D) La polymérisation se fait majoritairement au pôle +, tourné vers la périphérie cellulaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses





QCM 4 : À propos des microtubules, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :

- A) La tubuline alpha confère la propriété de polymérisation -> c'est la tubuline bêta
+++**
- B) Le centromère comporte deux centrioles perpendiculaires -> c'est bien
perpendiculaires mais c'est le centrosome**
- C) La dynéine assure un transport dit rétrograde (du pôle + vers le pôle -), donc vers le
centromère -> idem centrosome**
- D) La polymérisation se fait majoritairement au pôle +, tourné vers la périphérie
cellulaire**
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses**

QCM&M'

QCM 5 : À propos des microtubules, indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s)

- A) Les dynéines sont des moteurs spécifiques aux microfilaments
- B) La tubuline alpha peut être uniquement associée au GTP qu'elle peut hydrolyser
- C) Le centrosome définit le sens de la cellule, on retrouve ainsi le pôle + au niveau de la périphérie cellulaire et la le pôle - au niveau du centre de la cellule
- D) Les microtubules interviennent lors du transport au sein de l'axonème
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



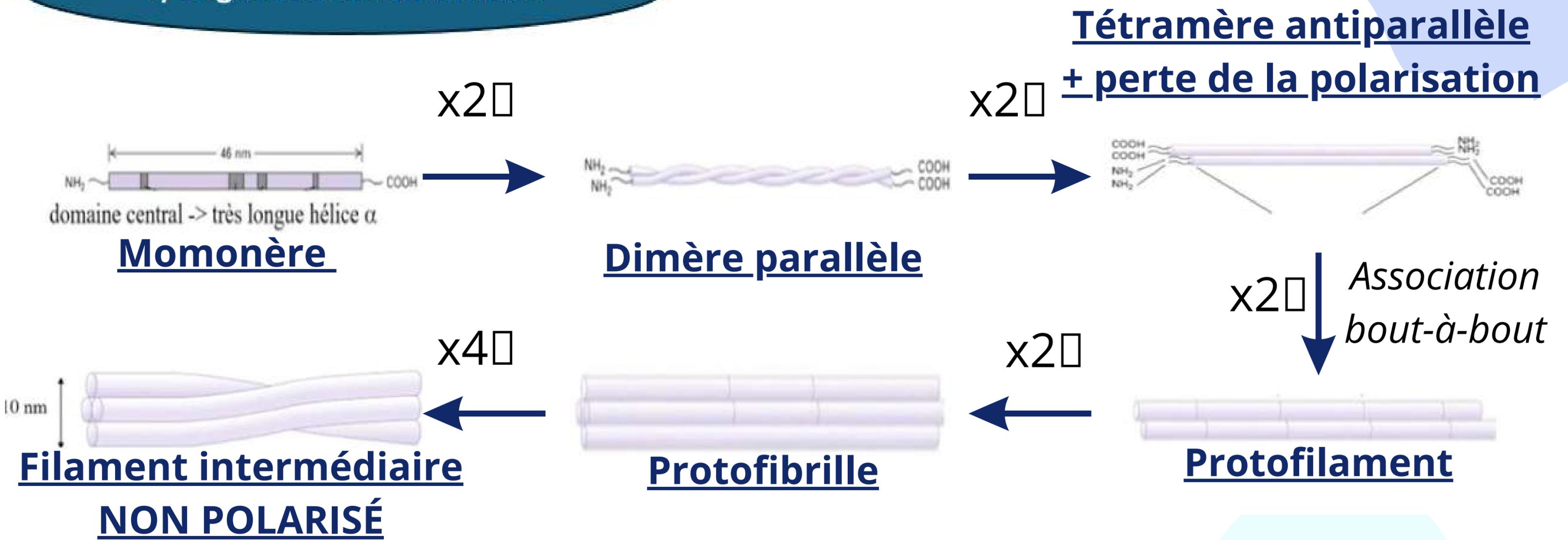


QCM 5 : À propos des microtubules, indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s)

- A) Les dynéines sont des moteurs spécifiques aux microfilaments -> non c'est ceux des microtubules -> item qui tombe beaucoup dans les annales 🧣 🧣**
- B) La tubuline alpha peut être uniquement associée au GTP qu'elle peut hydrolyser -> elle ne peut pas l'hydrolyser c'est pour cela que c'est la tubuline bêta qui confère l'activité de polymérisation**
- C) Le centrosome définit le sens de la cellule, on retrouve ainsi le pôle + au niveau de la périphérie cellulaire et la le pôle - au niveau du centre de la cellule**
- D) Les microtubules interviennent lors du transport au sein de l'axonème -> au sein de l'axone je sais c'est vicieux, l'axonème c'est au niveau du flagelle/cil**
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses**

IV - Filaments intermédiaires

1) Organisation structurale



⚠ Au final, on retrouve 32 monomères en coupe et non pas 64 avec une structure NON POLARISÉ

2) Caractéristiques des filaments intermédiaires

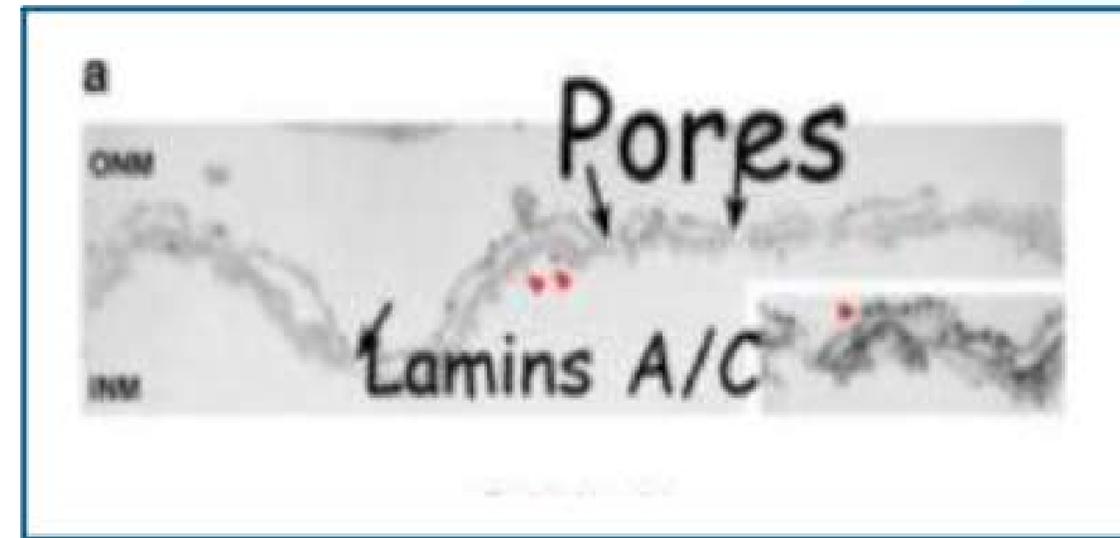
La **structure commune** des filaments intermédiaires entraîne des caractéristiques communes :

- ◆ **Structure solide** : peuvent se **polymériser** et facilement **dépolymérisable** mais beaucoup moins dynamique et rapide++ que les microfilaments et les microtubules
- ◆ **Pas véritablement une structure dynamique** en comparaison des microfilaments et des microtubules (cela ne veut PAS pour autant dire qu'il ne sont PAS dynamique ou statique/figés)
- ◆ **Taille intermédiaire** : **10 nm** de diamètre (pour rappel, un microtubule fait **24 nm** de diamètre et un microfilament fait **8 nm** de diamètre)
- ◆ **Autoassemblage des monomères** : donc il ne nécessite ni fixation, ni **hydrolyse d'ATP/GTP** (pas d'énergie mise en jeu) et leur **assemblage** aboutit à une structure **NON polarisée +++**

3) Types de filaments intermédiaires (origines fibriques)

Kératines	<ul style="list-style-type: none">• Typiques des cellules épithéliales et leurs dérivés (phanères, poils et ongles).	
Vimentines	<ul style="list-style-type: none">• Présentes dans le mésenchyme, elles sont caractéristiques des cellules d'origine mésoblastique. Il s'agit de cellules mésothéliales (constituant les séreuses péritoine, plèvre et péricarde) = les fibroblastes, les leucocytes...• La desmine est une protéine apparentée à la vimentine qui est présente dans les cellules musculaires.	
Neurofilaments	<ul style="list-style-type: none">• Présents dans les axones.	
Lamine A et B	<ul style="list-style-type: none">• Présentes dans les noyaux de TOUTES les cellules, elles forment un réseau (lamina nucléaire) plaqué contre la membrane nucléaire interne de toutes les cellules.	

4) Zoom sur les filaments intermédiaires : Lamines

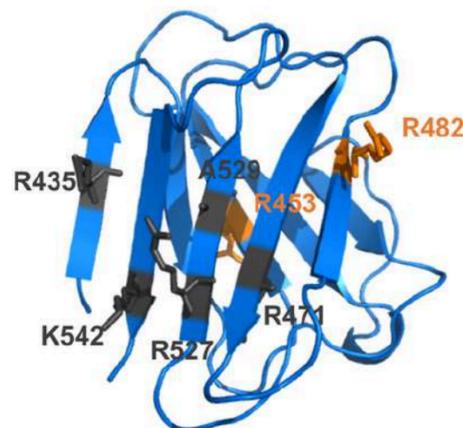


◆ Les lamines sont des **protéines essentielles**

pour la cellule car elles vont tapisser la **partie interne de l'enveloppe nucléaire** et jouer un **rôle dans l'organisation du noyau +++** (dans la chromatine, et l'expression des gènes).

A) Types de lamines

On distingue **2** types de lamines, qui sont **codés** par des **gènes différents** :



Lamine A	Lamine B
<ul style="list-style-type: none"> Elles sont codées par le gène LMNA. Un épissage alternatif du produit de l'expression de ce gène (de l'ARN) permet de générer deux formes principales : <ul style="list-style-type: none"> - La Lamine A - La Lamine C 	<ul style="list-style-type: none"> Il en existe 3 formes, codées par 2 gènes différents : <ul style="list-style-type: none"> - La lamine B1 est codée par le gène LMNB1 - La lamine B2 est codée par le gène LMNB2 - La lamine B3 est produite par un épissage alternatif du gène LMNB2.

B) Fonction des lamines

Les **fonctions** de la lamina et des lamines sont essentielles pour l'**organisation du noyau**, conférant :

- Une **résistance** de l'enveloppe nucléaire au **stress** (mécanique, thermique...)
- Un **ancrage des pores nucléaires** permettant le passage de macromolécules
- Un **ancrage à la chromatine** permettant de leur octroyer un rôle dans l'**expression des gènes** et ainsi dans la régulation de la **structure de la chromatine**
- Une **continuité** entre le squelette nucléaire et le cytosquelette
- Elles sont en **interaction** avec des **protéines régulatrices** de l'**expression** des gènes, du **cycle cellulaire** et de la **différenciation**
- Les lamines jouent un rôle dans la **dynamique** de la membrane nucléaire lors de la mitose

⚠ **Ce sont des protéines centrales de la vie d'une cellule qui interviennent dans la forme/structure du noyau et dans la régulation de l'expression génique et la maintenance du génome**

C) Les laminopathies **XXX**

- ◆ Des **mutations** confèrent des maladies **rare**s, mais extrêmement intelligentes liées à un **dysfonctionnement de ces lamines** : ce sont des **laminopathies**.
- ◆ Les **mutations** touchent le gène LMNA donc les **Lamine A et C** (son produit d'épissage) ou des **protéines associées** (comme l'émerine).
- ◆ On retrouve une **très grande diversité** de laminopathies ce qui traduit parfaitement la **multifonctionnalité** de ces protéines essentiels pour la **vie cellulaire**.

La progeria de Hutchinson-Gilford : maladie du vieillissement prématuré



10 months



14 yr

QCM&M's

QCM 6 : À propos des filaments intermédiaires indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :

- A) En coupe, on retrouve 32 monomères dans un filament intermédiaire
- B) Les filaments intermédiaires sont plus dynamiques que les microfilaments et les microtubules
- C) Les lamines C sont issus d'un épissage du gène LMNB2
- D) Les filaments intermédiaires ont un diamètre de 10 nm
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses





QCM 6 : À propos des filaments intermédiaires indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :

A) En coupe, on retrouve 32 monomères dans un filament intermédiaire

B) Les filaments intermédiaires sont plus dynamiques que les microfilaments et les microtubules -> moins dynamiques

C) Les lamines C sont issus d'un épissage du gène LMNB2 -> c'est le gène LMNA c'est pour les lamines B3 ça !

D) Les filaments intermédiaires ont un diamètre de 10 nm -> à savoir par <3

E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM&M's

QCM 7 : À propos des filaments intermédiaires indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :

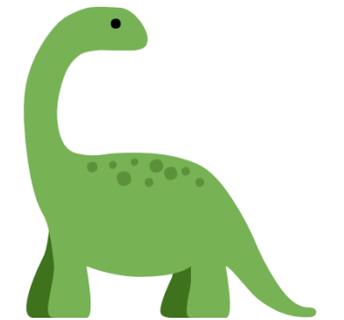
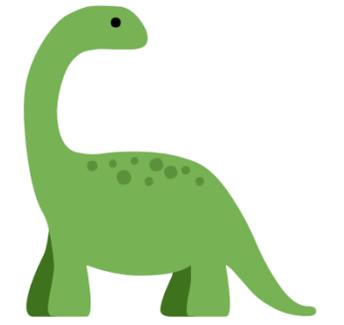
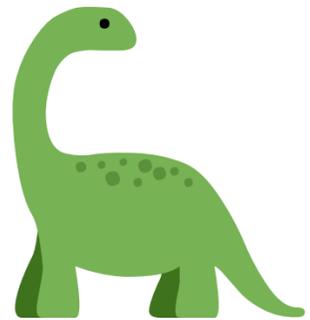
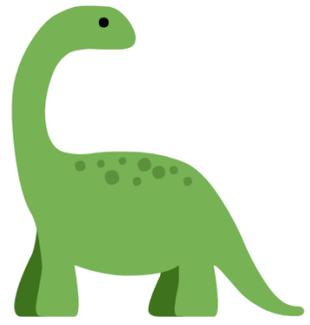
- A) Les filaments intermédiaires sont d'abord non polarisés puis le deviennent à partir de l'assemblage en tétramère antiparallèle
- B) La diversité des laminopathies traduit parfaitement la multifonctionnalité des lamines
- C) La nature des filaments intermédiaires permet de faire office de « carte d'identité » de la cellule lors de l'étude de cellule cancéreuse
- D) Les lamines permettent de maintenir la forme de la membrane nucléaire lors des différentes divisions
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses





QCM 7 : À propos des filaments intermédiaires indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :

- A) Les filaments intermédiaires sont d'abord non polarisés puis le deviennent à partir de l'assemblage en tétramère antiparallèle -> c'est l'inverse**
- B) La diversité des laminopathies traduit parfaitement la multifonctionnalité des lamines**
- C) La nature des filaments intermédiaires permet de faire office de « carte d'identité » de la cellule lors de l'étude de cellule cancéreuse**
- D) Les lamines permettent de maintenir la forme de la membrane nucléaire lors des différentes divisions**
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses**



Voici le fameux spécimen de **GIGI**ganotosaurus
redoutable prédateur préhistorique...