

BIOLOGIE CELLULAIRE

S1

BENJELLOUN. J

CHERKAOUI. S

LAYACHI. R

Hyaloplasme

HYALOPLASME

1. Définition

- Substance fondamentale de la cell en dehors des organites.
- Représente 50 – 60% du volume cellulaire.
- Solution aqueuse complexe (cytosol) consolidée par un réseau de filaments protéiques: le cytosquelette.

Cytoplasme = hyaloplasme + organites (sans le noyau)

2. Composition chimique du hyaloplasme

- Eau: 70%
- Protéines: 15-20%
- ARNm et ARNt
- Divers solutés: sucres solubles, acides aminés, nucléotides, composés organiques, ions...

pH 7 (cellule animale)

pH 5,5 à 6 (cellule végétale)

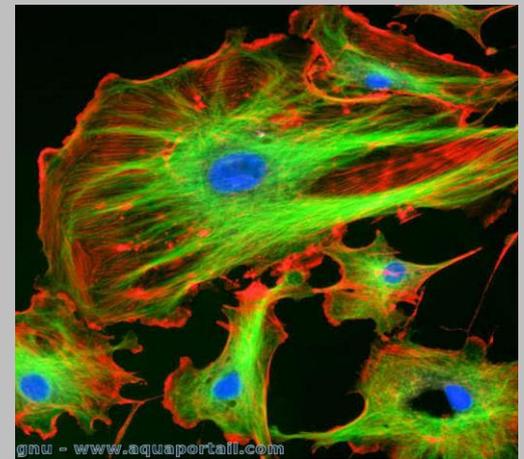
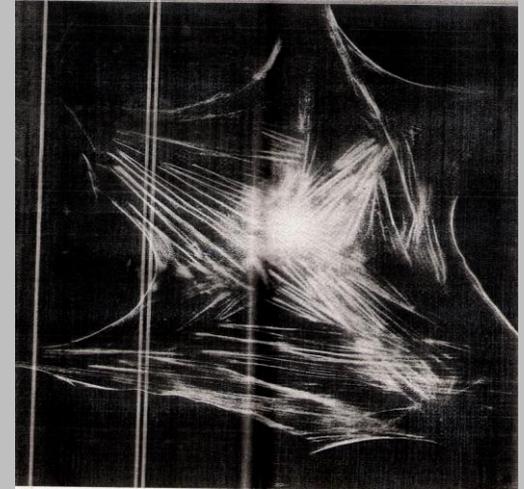
Le hyaloplasme peut être sous forme solide (gel) ou fluide.

3. Réserves granulaires du hyaloplasme

- Réserves de glucose: particules de glycogène dans des cell animales.
- Réserves de lipides: globules lipidiques observés dans les cell animales et végétales.

4. Cytosquelette

- Réseau de filaments caractéristiques de toutes les cellules eucaryotes.
- Il constitue à la fois « un squelette » et « une musculature » pour la cell.
- Joue plusieurs rôles:
 - ✓ Maintien et modification de la forme cellulaire.
 - ✓ Mouvements des organites dans le cytoplasme.
 - ✓ Division cellulaire.

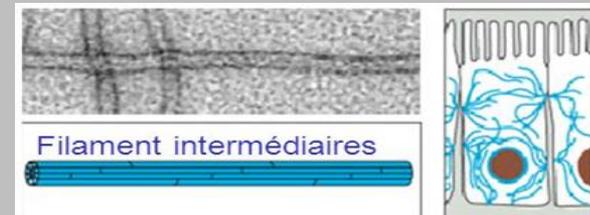
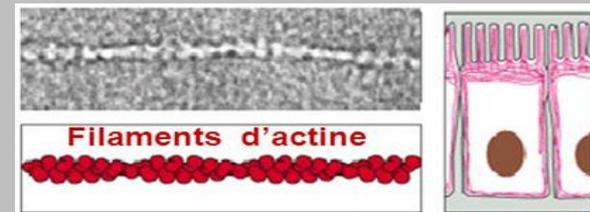
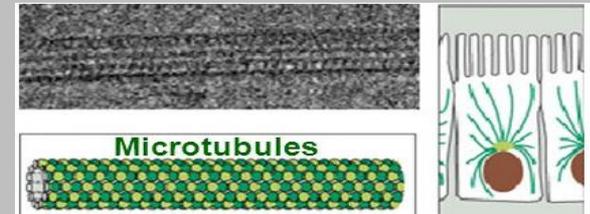


Trois réseaux sont identifiables au ME et en immunofluorescence chez les cellules animales:

➤ Microtubules

➤ Microfilaments d'actine

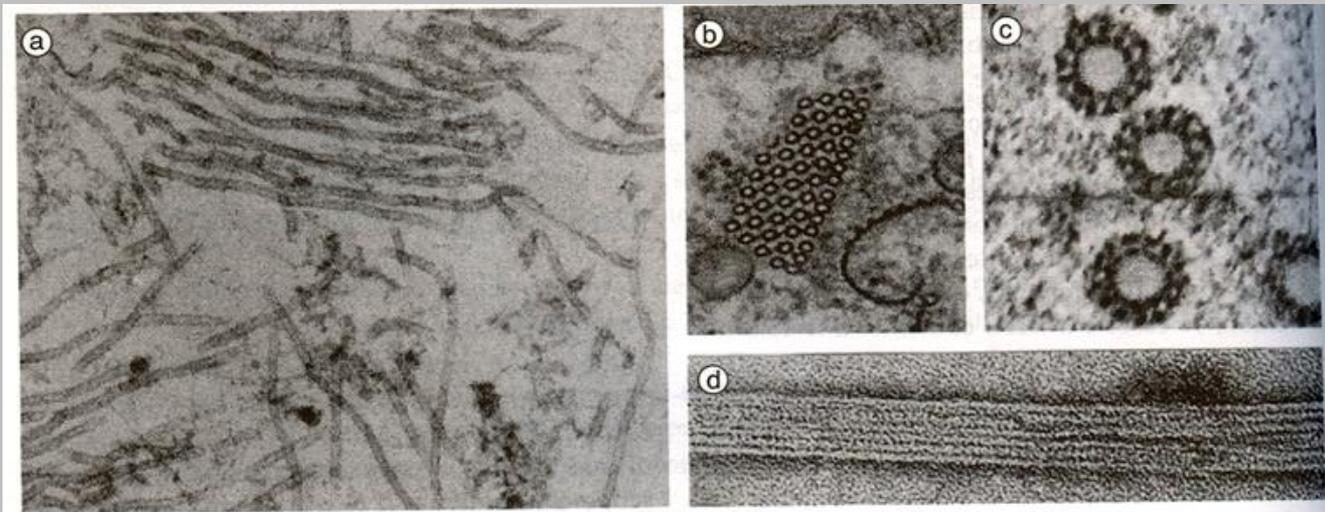
➤ Filaments intermédiaires



4.1 Microtubules

a- Structure

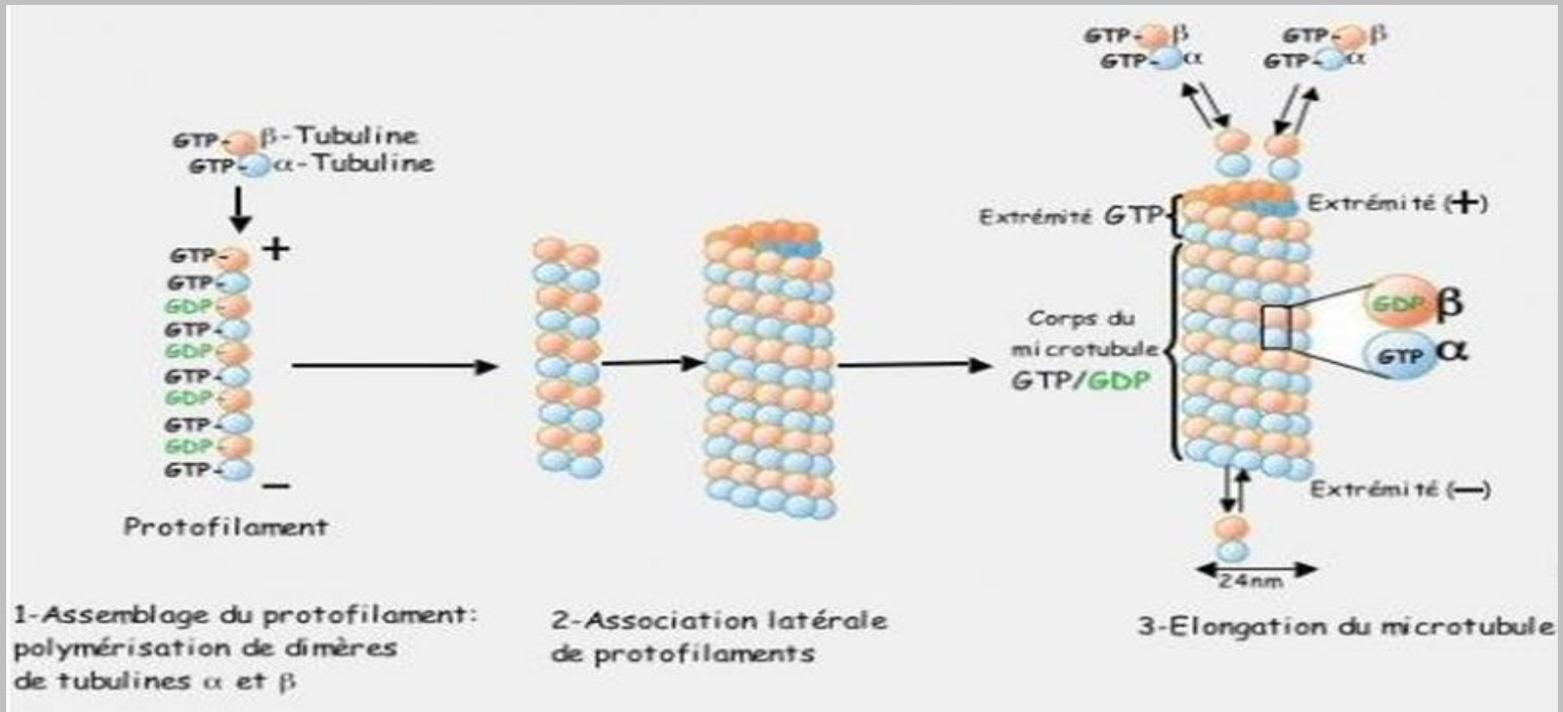
- Structures tubulaires linéaires de 25 nm de diamètre.
- Apparaissent sous forme de « rails » en coupe longitudinale et circulaire en coupe transversale.



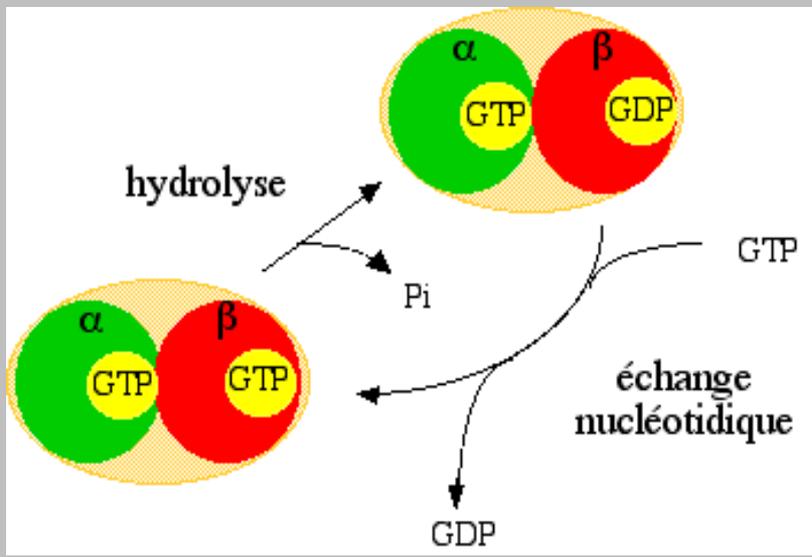
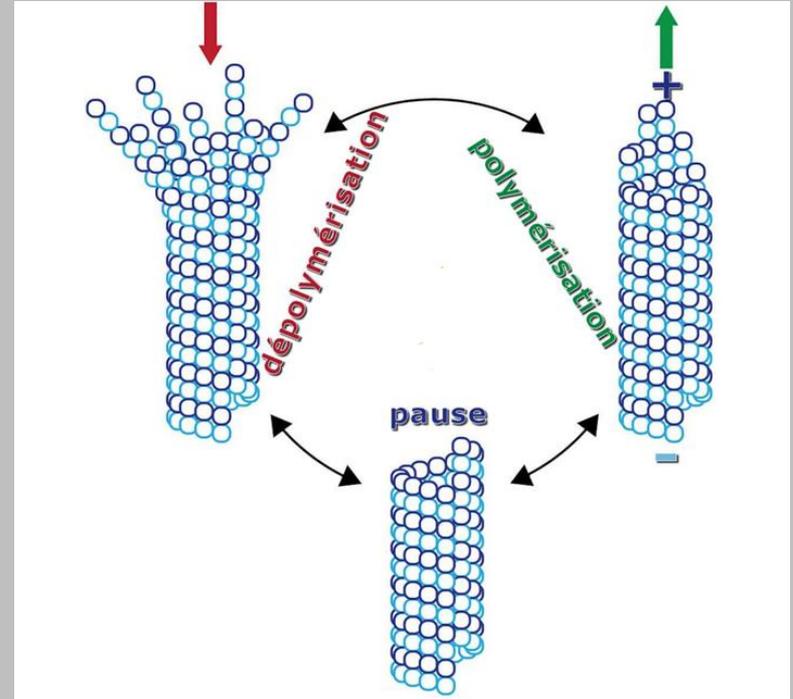
Microtubules observés en microscopie électronique

(a) coupe longitudinale (cellule d'*Euplotes* ; x 80 000) ; (b) coupe transversale d'un faisceau de microtubules (cellule d'*Anisonema* ; x 60 000) ; (c) coupe transversale à fort grossissement, montrant les 13 protofilaments constitutifs. Un microtubule est un long cylindre dont la paroi a 5 nm d'épaisseur ; (d) protofilaments observés en coloration négative (x 220 000). Clichés Labo. BG et M. Lemullois, Labo. BC4, Orsay.

- Le constituant principal est une prot globulaire de 50 kDa: **la globuline**.
- La globuline comprend 2 sous-unités: **α et β** .
- Les tubulines α et β constituent spontanément des filaments linéaires appelés **protofilaments**.
- Les protofilaments, groupés côte à côte par groupes de 13, constituent la paroi du microtubule de 25 nm de diamètre.



- Le microtubule peut s'allonger ou se raccourcir très rapidement par son extrémité (+) par polymérisation ou dépolymérisation



- Les microtubules sont associés à \neq protéines: les **MAPs** (microtubule associated proteins).

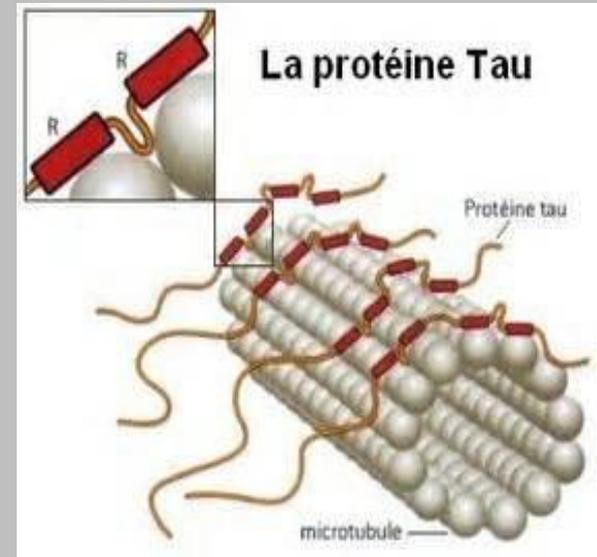
Ces prot servent à:

- Stabiliser la structure
- Organiser des édifices complexes (exemples: centrioles, cils...)
- Associer les μ tubules à d'autres constituants cellulaires.

Exemple de protéine MAP:

la protéine **Tau** (tubulin associated unit)

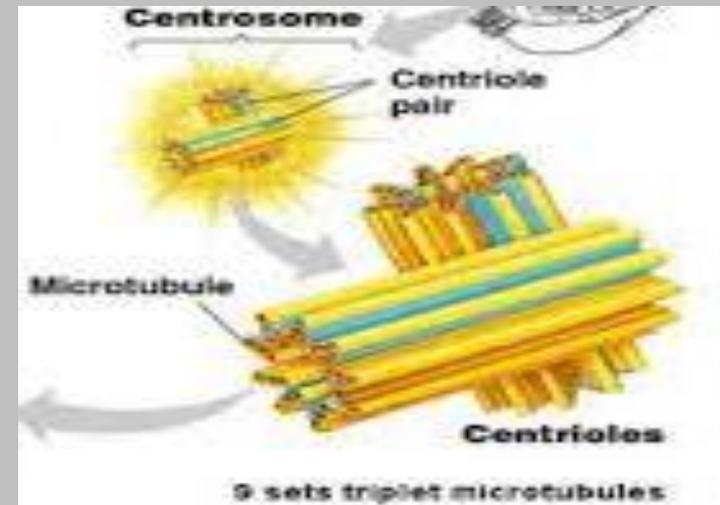
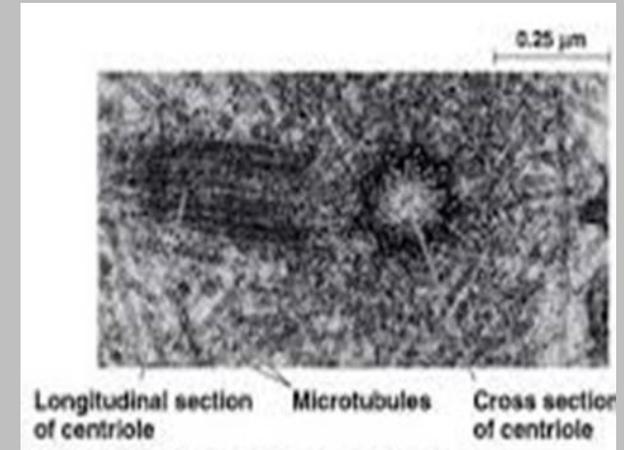
- participe à l'architecture des neurones et à leur stabilité (impliquée dans la maladie d'Alzheimer).
- se fixe à l'ADN et le protège lors de stress cellulaires



b- Fonctions des microtubules

➤ Constitution des centrioles

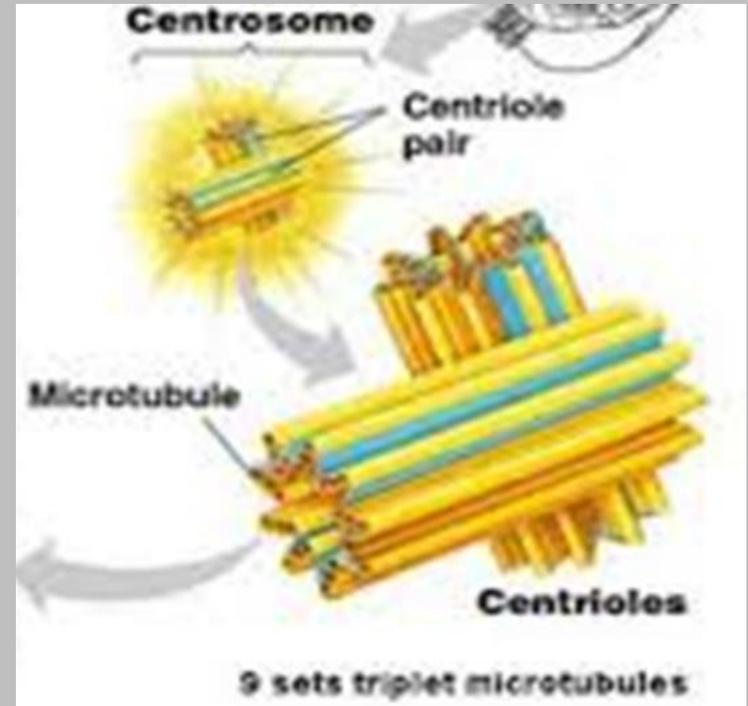
- Structures cylindriques de $0,5 \mu\text{m}$ de long sur $0,2$ de diam.
- Constitués de 9 triplets parallèles de courts $\mu\text{tubules}$, formés chacun de 3 $\mu\text{tubules}$ accolés parallèlement les uns aux autres.
- Les centrioles vont tjrs par paires et sont le plus souvent situés à proximité l'un de l'autre en disposition perpendiculaire.



- Paire de centrioles = **diplosome**, située généralement au voisinage du noyau.

- Diplosome + masse hyaloplasmique qui l'entoure = **centrosome** (ou centre cellulaire).

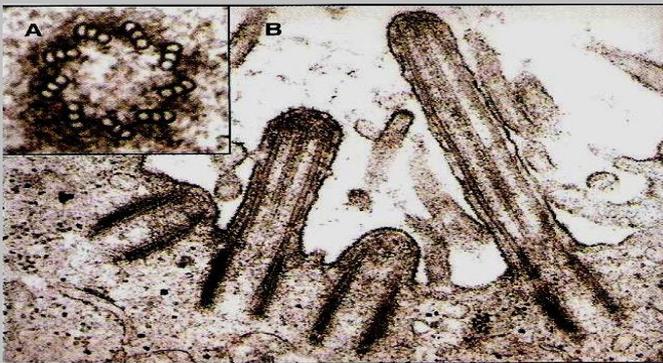
- Les diplosomes existent dans les cell animales, chez de nombreuses algues unicell, certains champignons mais pas chez les végétaux supérieurs.



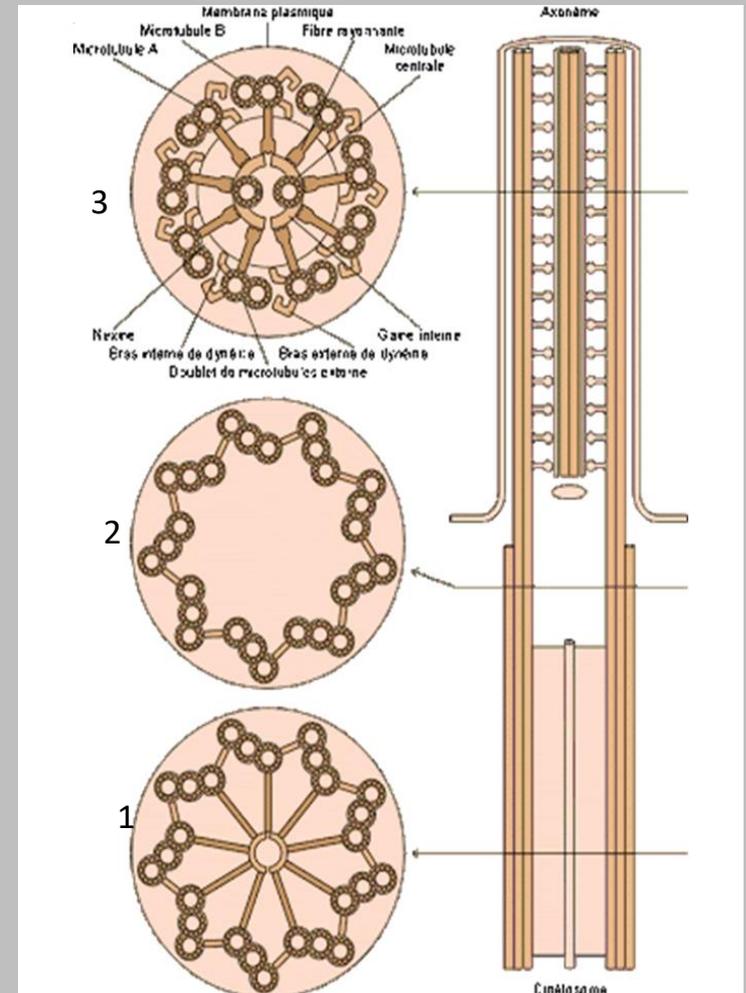
➤ Constitution des cils et flagelles

- A la base des cils et flagelles:
corpuscules basaux ou
cinétosomes:

9 triplets de microtubules
périphériques + lames
rayonnantes partant de chaque
triplet et orientées vers le centre
du cinétosome.

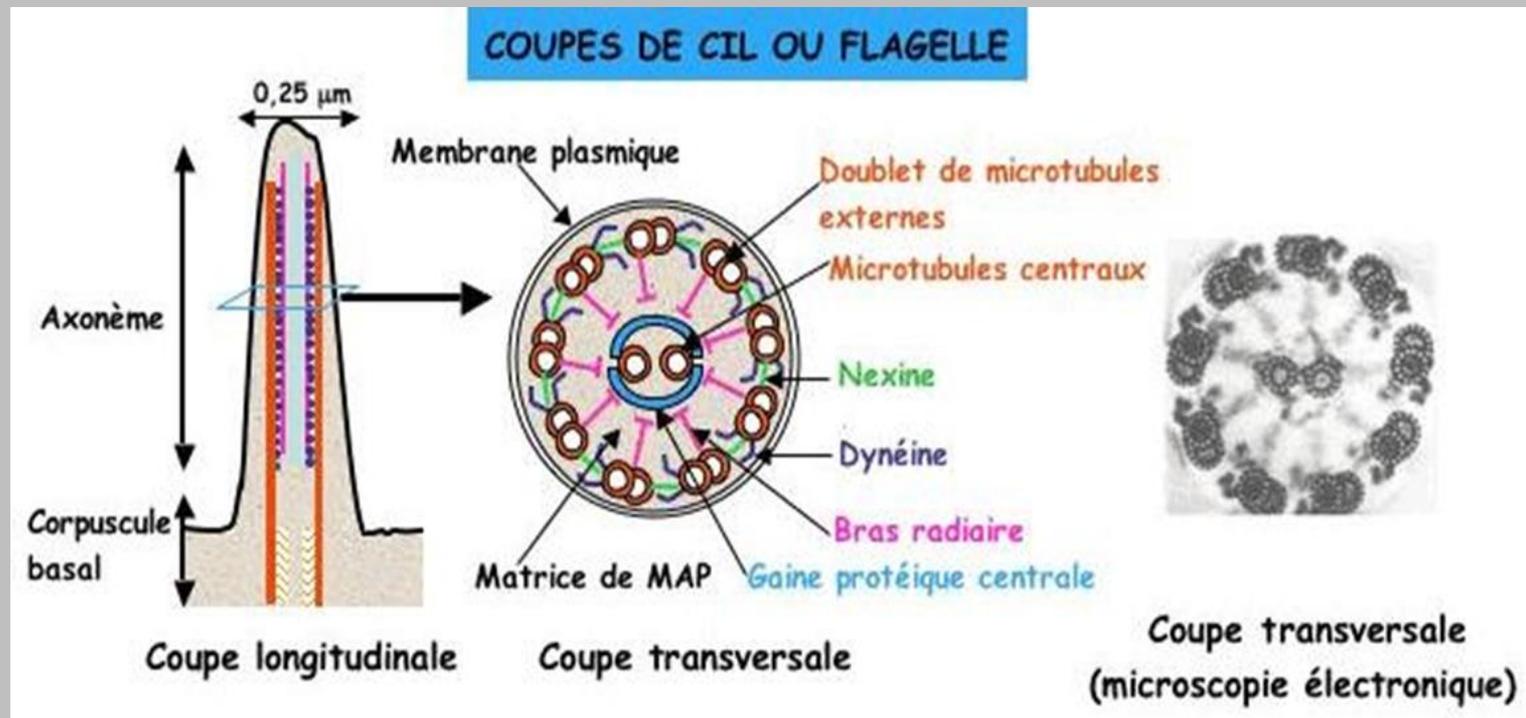


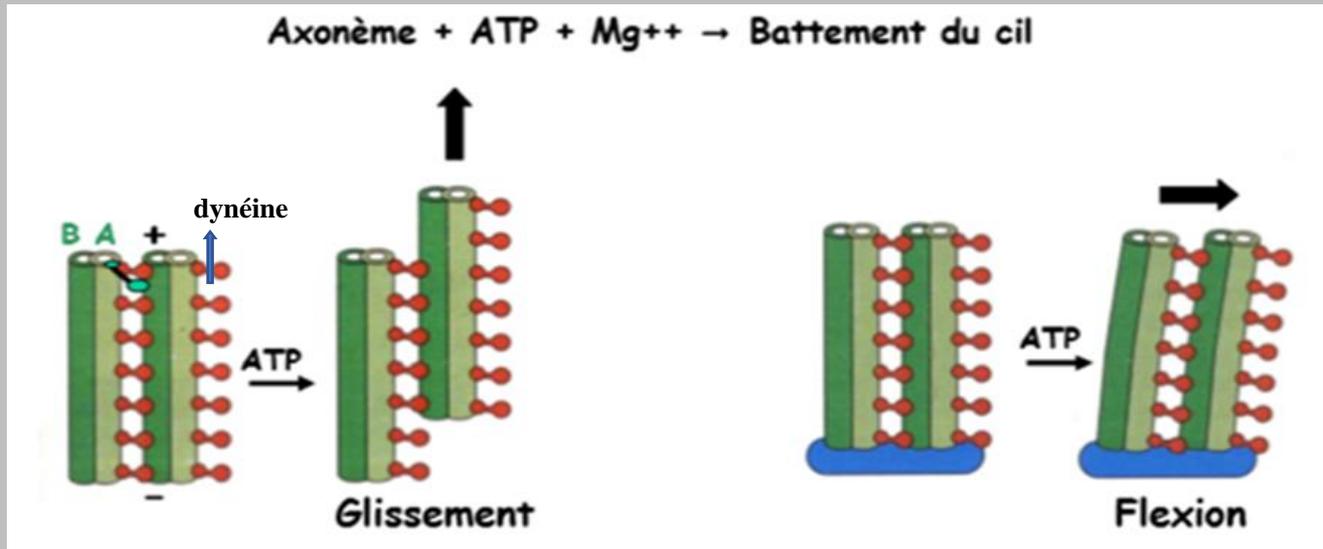
CT d'un corpuscule basal (A)
CL d'un cil entier (B)



- 1: CT partie basale du cil = cinétosome
- 2: CT zone de transition
- 3: CT partie émergente du cil = axonème

- **Axonème:** Partie émergente des cils et flagelles, limitée par la membrane plasmique





Principe de courbure des cils et flagelles:

- **Glissement** de 2 doublets de microtubules adjacents en absence de corpuscule basal (cinétosome). Les têtes de **dynéine** se déplacent de l'extrémité (+) vers l'extrémité (-) grâce à l'hydrolyse de l'ATP
- **Courbure** des 2 doublets fixés par leur extrémité (-) en présence du corpuscule basal. Le mouvement des têtes de dynéine provoque la flexion de l'ensemble.
- La molécule de **néxine** agit comme un élastique, permettant le retour à la position initiale.

L'origine des mouvements des cils peut être résumé ainsi:

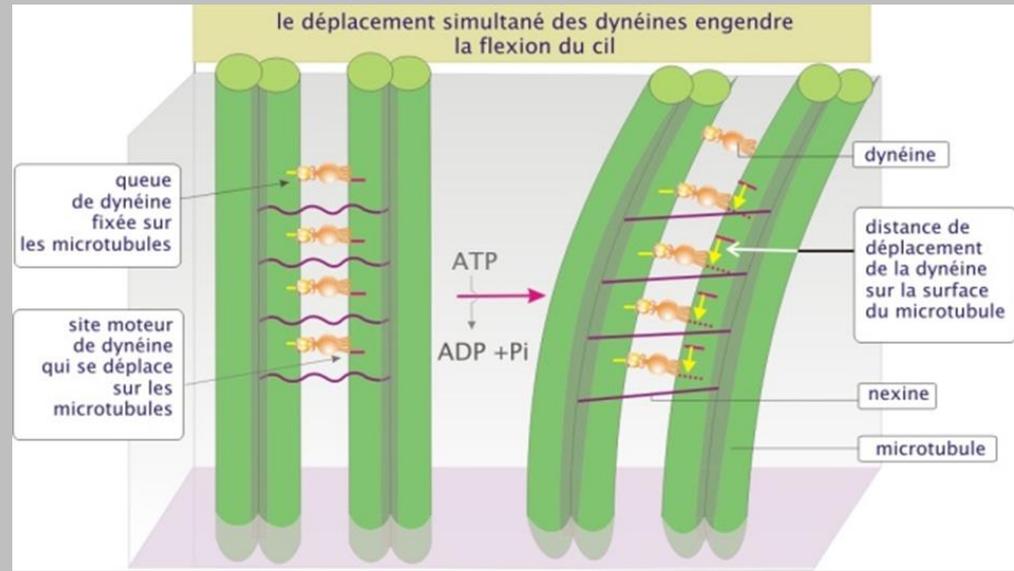
Hydrolyse
d'ATP



Changement de
conformation
des dynéines



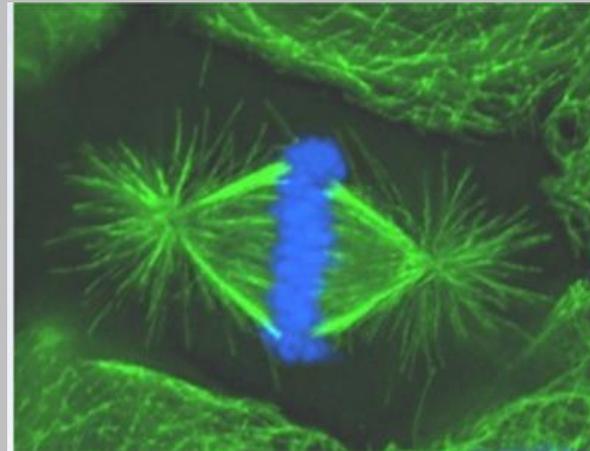
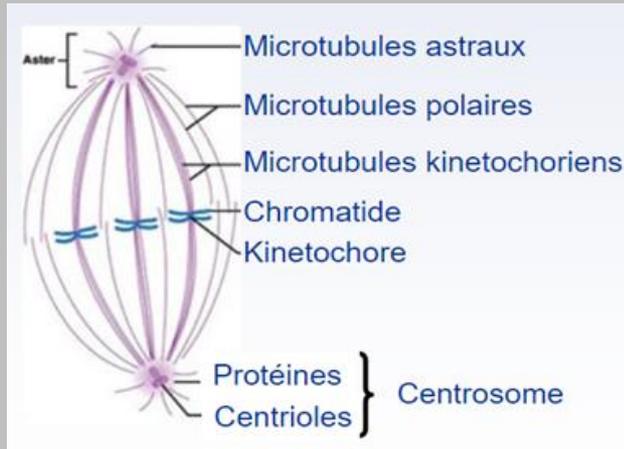
Accrochage aux
doublets voisins
et courbure



Retour à la
position initiale
grâce aux nexines
(rôle d'élastique)

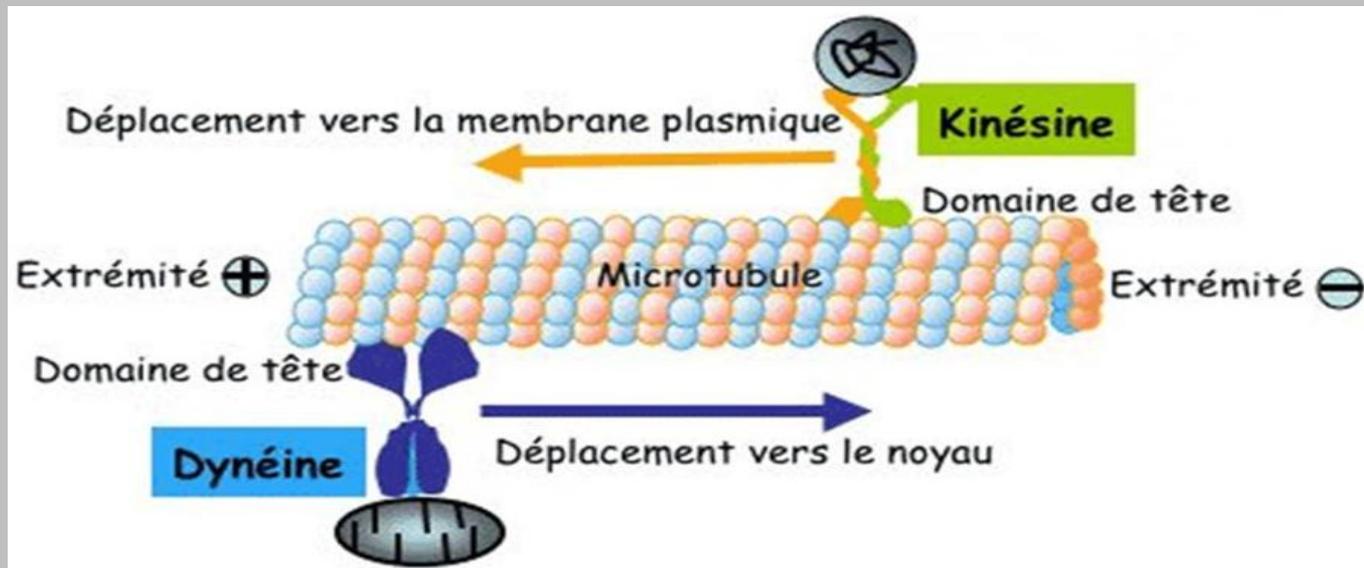
➤ Constitution des faisceaux de division

- Au cours de la mitose, le centrosome se duplique en 2 centrosomes fils.
- Chaque centrosome entouré des microtubules astraux devient un pôle du fuseau.
- Le fuseau est constitué de deux types de microtubules: les μ tub polaires et les μ tub kinétochoriens.



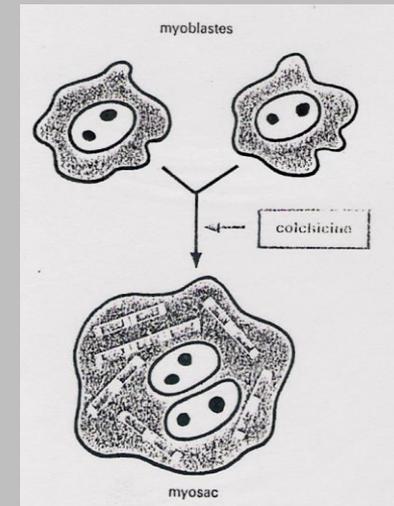
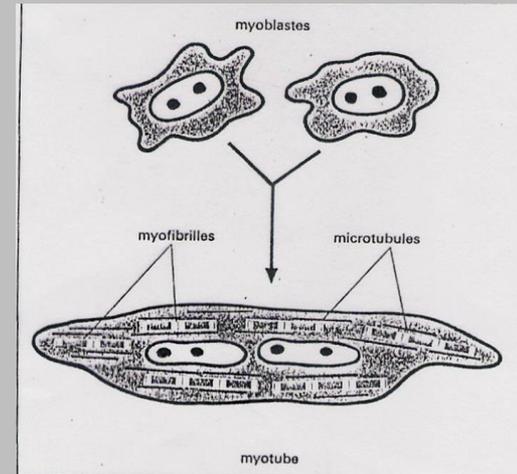
➤ Rails pour le transport de vésicules et d'organites

- Les μ tub constituent des rails pour des mouvements de vésicules, molécules, ou organites.
- Kinésine et dynéine jouent le rôle de protéines motrices.
- C'est un mouvement polarisé.



➤ Orientation des mouvements cytoplasmiques et différenciation d'une forme cellulaire

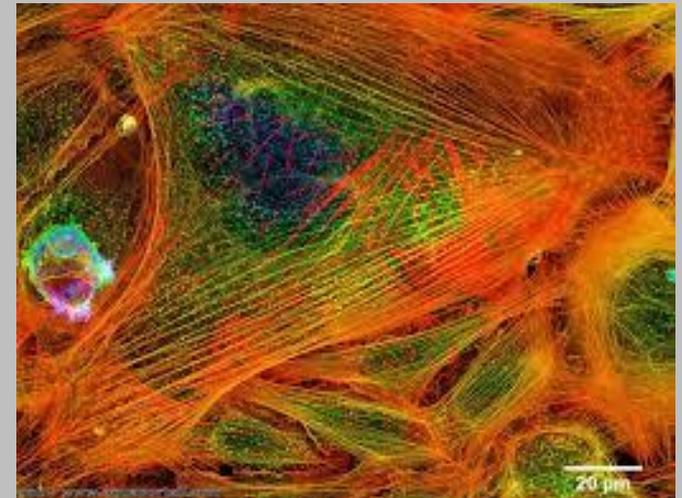
- Les μ tub et les myofibrilles participent à l'orientation de l'allongement cellulaire lors de la différenciation.
- Le traitement des cell par des substances (ex: la colchicine) qui perturbent l'allongement de ces fibres vont bloquer l'allongement de la cell.



4.2. Microfilaments d'actine

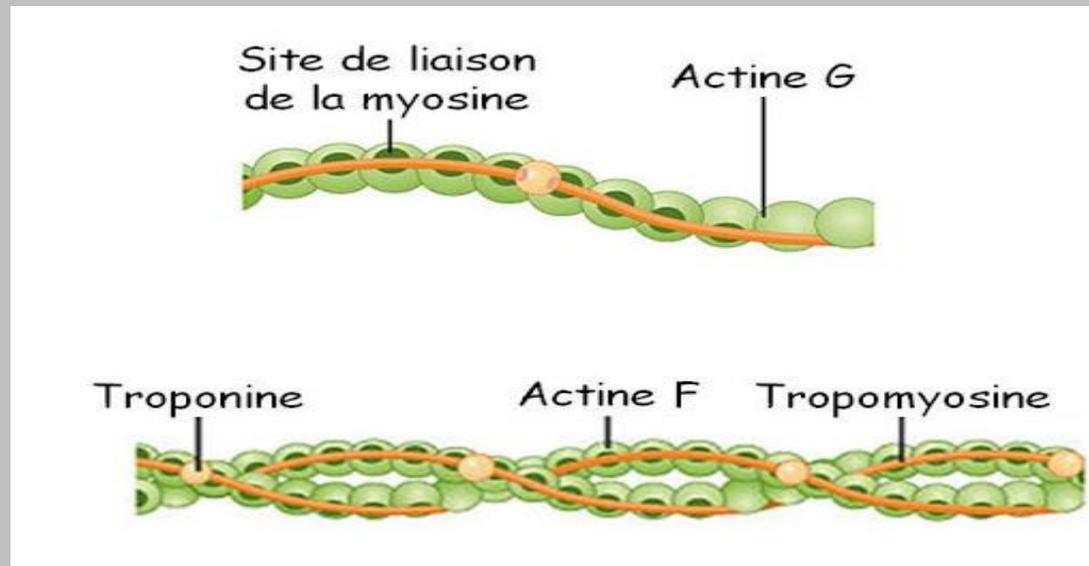
a- Structure

- Fibres fines contractiles de 7 à 8 nm d'épaisseur, constituées d'une prot globulaire appelée: actine.
- Souvent organisées en faisceaux
- Existente dans ttes les cell animales, particulièrement abondantes dans les cell musculaires (myofilaments) et les microvillosités de l'épithélium intestinal.
- Souvent localisées dans le cortex (près de la mb pl).
- Relativement instables (labiles): peuvent s'allonger ou se raccourcir assez rapidement.



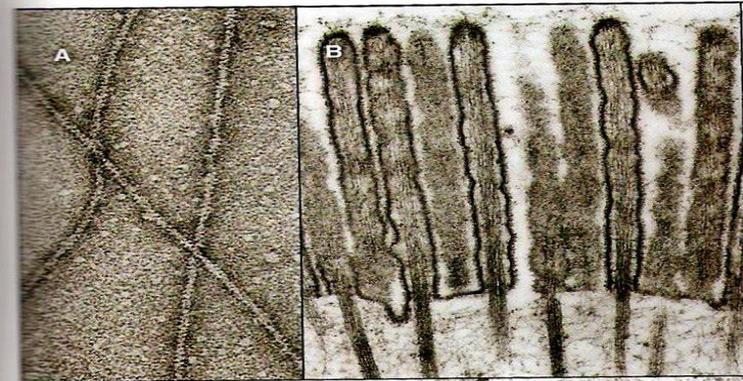
Ces microfilaments sont associés à plusieurs types de prot accessoires:

- ✓ Les prot de rassemblement
- ✓ Les prot de stabilisation ou de fragmentation.
- ✓ Les prot de coiffage
- ✓ Les myosines

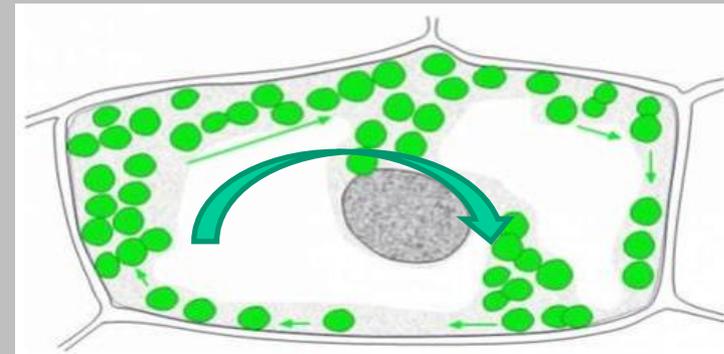


b- Rôles des filaments d'actine

- Soutien hyaloplasmique
ex: microvillosités de la cellule intestinale



- Mouvements cellulaires
ex: mvt de **cyclose** dans la cellule végétale

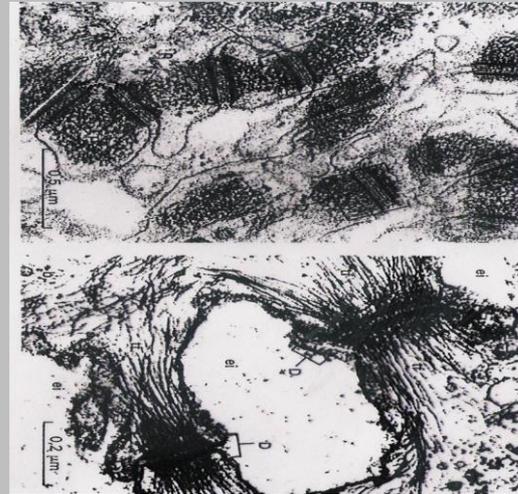


Cellule de feuille d'élodée

4.3. Filaments intermédiaires

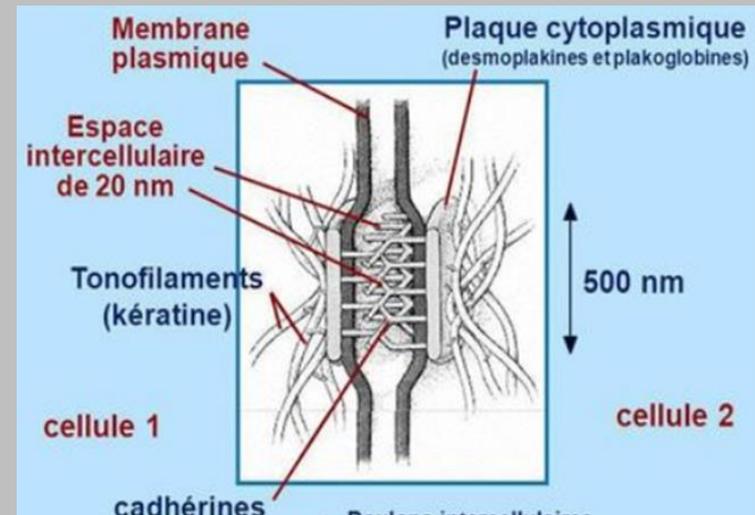
a- Structure

- Fibres de 8 à 12 nm d'épaisseur.
- Constituées de prot fibreuses qui diffèrent selon le type cellulaire (ex: **kératine**).
- Existents en particulier dans les cell épidermiques (tonofilaments) et les cell nerveuses (neurofilaments).



b- Rôles des filaments intermédiaires

- Soutien cytoplasmique, en particulier au niveau des jonctions intercellulaires comme les **desmosomes**.



5. Activités métaboliques du hyaloplasme

Cytosol: milieu aqueux riche en enzymes et millions de substrats qui subissent des modifications en chaîne constituant des voies métaboliques.

Ex: **la glycolyse** : dégradation de glucose-6P pour former deux molécules d'acide pyruvique.

Rappels:

ATP: adénosine-tri-phosphate (nucléotide), forme d'énergie directement utilisable par la cell. Les deux derniers phosphates sont reliés à la molécule par des liaisons riches en énergie.



La réaction se fait sous l'action d'une enzyme ATPase.

Elle est réversible.

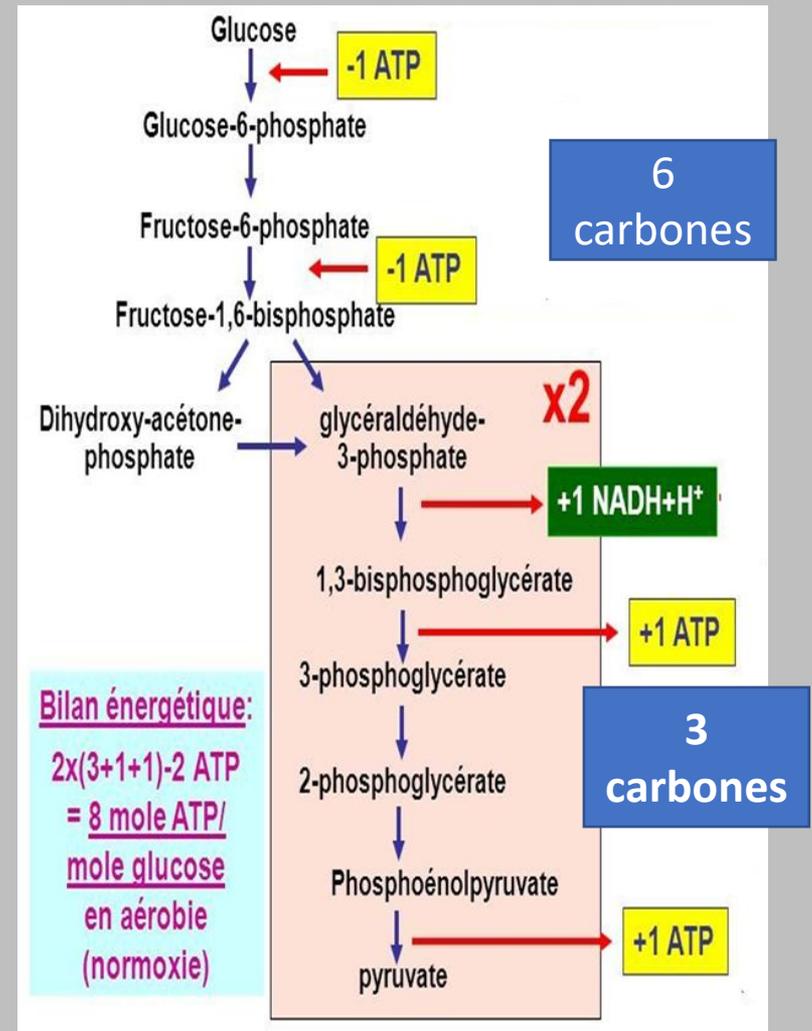
Co-enzymes transporteurs d'H₂ :

- NAD⁺, NADP⁺: nicotinamide-adénine-dinucléotide (P): formes oxydées, accepteurs d'H₂
- NADH, H⁺, NADPH, H⁺ : formes réduites, donneurs d'H₂
- Une co-enzyme (moléc **non protéique**) travaille en collaboration avec une enzyme en effectuant une fct précise: ici le transport d'H₂.

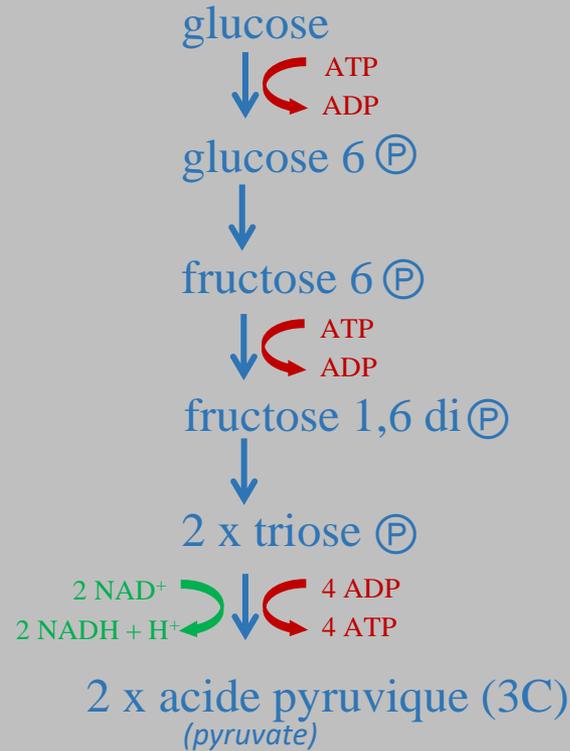
La glycolyse

Intérêt de cette voie:

- formation d'énergie sous forme de 2 molécules d'ATP
- formation de 2 molécules d'acide pyruvique, substrat de la respiration
- formation de 2 molécules de NADH, H^+ (pouvoir réducteur)



GLYCOLYSE



Bilan : 2 ATP
2 NADH, H⁺
2 acides pyruviques

→ Mitochondrie (respiration)

Glucose $C_6H_{12}O_6$



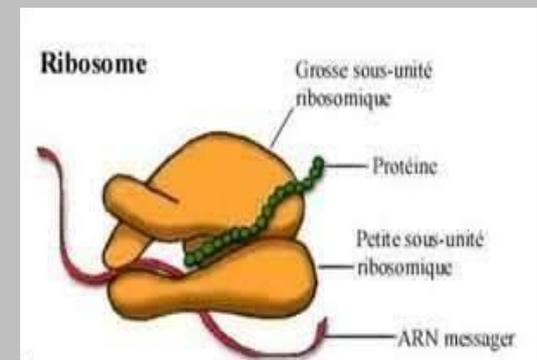
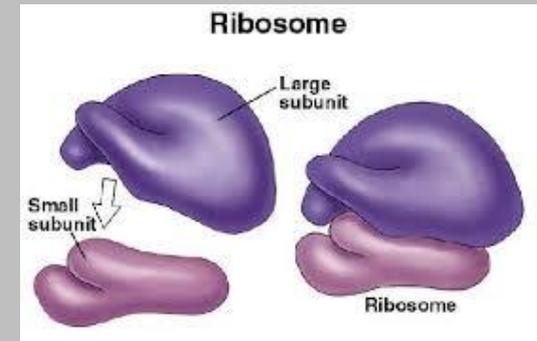
2 acides pyruviques $CH_3COCOOH$

+O₂: Mitochondrie
Cycle de Krebs
→ Respiration

- O₂: Fermentation
(→ lactate, production d'ATP)

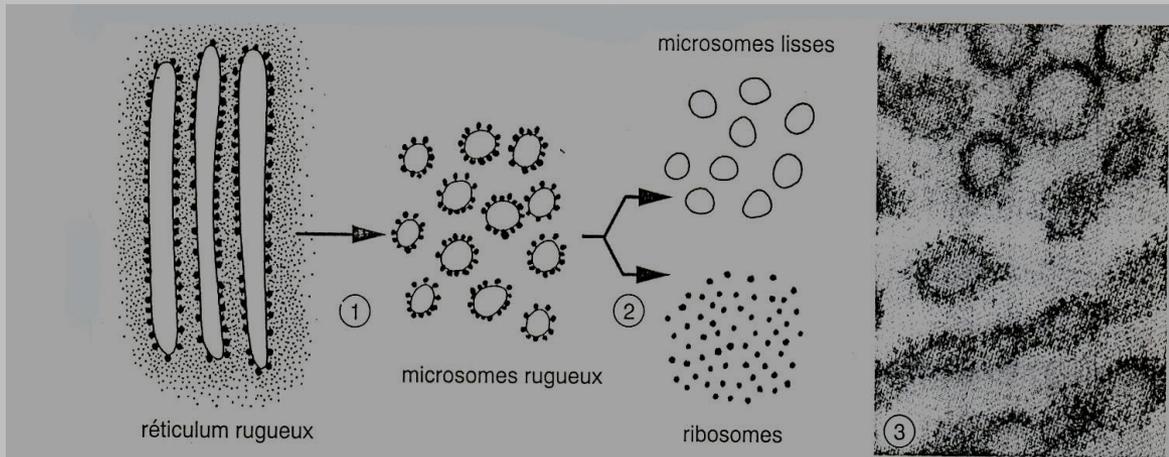
6. Les ribosomes

- Organites hyaloplasmiques **sans membrane** (± 20 nm).
- Constitués de 2 sous-unités de tailles \neq : petite et grosse sous-unités qui ne s'associent que pendant la synthèse protéique.
- Exclusivement constitués d'ARNr (65%) et de protéines (35%).
- Existents dans toutes les cellules:
 - + Procaryotes: 20 000, petite taille
 - + Eucaryotes: 500 000, taille plus grande
- Libres ou liés (accolés aux mb du RE)



6.1. Fractionnement et sous-fractionnement

- Broyage et fractionnement cellulaire : obtention des mb de RE recouvertes de ribosomes (RE rugueux + ribosomes).
- CT du RER : obtention de microsomes + ribosomes.
- Addition d'un détergent dans le milieu : séparation entre les mb (microsomes lisses) et les ribosomes.
- Diminution de la concentration de Mg^{2+} dans le milieu : séparation des 2 sous-unités du ribosome.



**1: broyage
cellulaire et
fractionnement
2: détergent**

6.2. Composition chimique

- 70% eau
- 30% matière sèche dont: 65 % ARNr
35 % protéines

6.3. Fonction du ribosome: voir cours « Synthèse protéique »