LE CYTOSQUELETTE

~FICHE RECAP~

★ Définition à retenir

• Le **cytosquelette** = squelette **DYNAMIQUE** de la cellule eucaryote, composé de 3 types de filaments (microfilaments, microtubules, filaments intermédiaires).

• **Fonction principale** : forme et mouvement des cellules.

• **Localisation** : cytosol, nucléoplasme, cortex cellulaire.

▪ VUE D'ENSEMBLE DES 3 TYPES DE FILAMENTS

	MICROFIALMENTS (actine)	MICROTUBULES (tubuline)	FILAMENTS INTERMEDIAIRES
Diamètre	≈ 8 nm	≈ 24 nm (creux)	≈ 10 nm
Sous-unité	Actine G (monomère) → Actine F	Hétérodimère tubuline α/β	Monomères variables selon le type
Énergie	ATP + Mg^{2+}	GTP + Mg^{2+} (pas d'ATP)	Aucune
Polarité	Polarisé (pôle + / pôle -)	Polarisé (pôle + / pôle -)	**NON polarisé**
Organisation	Libre dans le cytosol, très dynamique	À partir du centrosome (2 centrioles perpendiculaires)	Structure solide, peu dynamique
Moteurs moléculaires	Myosines (I, II, V…)	Kinésine (- → +) Dynéine (+ → -)	**Aucun moteur moléculaire associé**
Fonctions clés	Forme, adhérence, contraction, migration, division, transport, phagocytose	Transport intracellulaire, mitose (fuseau), forme du réseau cytosolique	Résistance mécanique, jonctions (desmosomes), structure du noyau (lamines)
Exemples de protéines	Actine, myosine, villine, α-actinine, filamine, gelsoline	Tubuline α/β, kinésine, dynéine	Kératines, vimentine, neurofilaments, lamines A/B

Le Tutorat Niçois est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite !!

I. Trois filaments, trois localisations

Le cytosquelette est localisé dans 3 compartiments, où il assure des fonctions différentes selon le filament (exemple type : entérocyte intestinal) :

- **Cytosol** : partie liquide du cytoplasme où baignent les organites
- **Nucléoplasme** : partie liquide contenue dans le noyau
- **Cortex cellulaire** : région sous la membrane plasmique

FILAMENT	RÔLE PRINCIPAL
MICROFIALMENT	- Jonctions d'adhérence (stabilité du tissu) - Forme des cellules (ex : microvillosités)
MICROTUBULES	- S'organisent à partir du centrosome - Points de contact, notamment avec les desmosomes
FILAMENTS INTERMEDIAIRES	- Connectent 2 cellules via les desmosomes - Maintien de la structure cellulaire (« boutons de pression ») - Forme et rigidité des épithélia

II. Les microfilaments d'actine

a) L'actine

- **Actine G** (globulaire) = monomère ↔ **Actine F** (filamenteuse) = polymère.
  →Polymérisation spontanée !

- **Protéine très abondante** : ~5% des protéines cellulaires (~20% dans les cellules musculaires).

- **Filament polarisé :** pôle + (polymérisation rapide) / pôle - *(dépolymérisation rapide)*

- **Polymérisation nécessite** : Mg^{2+}, ATP, et une coiffe ATP sur l'actine-G qui s'ajoute au pôle +

▪ REGULATION DE L'EQUILIBRE POLYMERISATION / DEPOLYMERISATION

FACTEUR	EFFET
Profiline (endogène)	Favorise la polymérisation ++
Thymosine β4 (endogène)	Favorise la dépolymérisation ++
Cytochalasine D (toxine)	Bloque le pôle + → dépolymérisation → perte des filaments
Phalloïdine (amanite phalloïde)	Bloque la dépolymérisation → filaments figés. Utilisée en recherche (marquage fluorescent, sans anticorps)

Le Tutorat Niçois est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite !!

b) Les myosines, moteurs de l'actine

- **Structure** : tête globulaire *(force motrice, hydrolyse ATP)* + tige/queue *(spécificité d'action)*

MYOSINES 1 & 5	MYOSINE 2
• Queue fixée aux membranes plasmiques • Mouvement des microfilaments + transport vésiculaire • **FONCTION** : mouvement, transport	• Filaments épais, cellules musculaires • Appareil contractile du muscle squelettique • **FONCTION** : contraction musculaire

c) Les 7 fonctions clés des microfilaments

CONTRACTION MUSCULAIRE	Cycle ATP-dépendant **tête de myosine / filament d'actine** (effet ressort → raccourcissement du sarcomère)
LOCOMOTION / MOTILITE CELLULAIRE	3 conformations — **câbles de stress** (myosine 2), **réseau cortical** (myosine 1), **faisceaux serrés/lamellipodes** (myosine 1, villine/fimbrine) Exemple du fibroblaste : **Adhésion focale** → **lamellipode** → **nouvelle adhésion** → **translocation** (myosine 2) → **rétraction**
DIVISION CELLULAIRE	**Anneau contractile** (actine + myosine 2) → **cytocinèse** (« nœud coulant »)
FORME ET JONCTION DES EPITHELIA	**Jonctions adhérentes** (cadhérines + caténines) et **jonctions serrées,** microvillosités intestinales (villine, myosine 1)
TRANSPORT VESICULAIRE	Myosine 1 le long des **microfilaments**
PHAGOCYTOSE	Accumulation d'actine au **pseudopode**
MOUVEMENT INTRACELLULAIRE DES BACTERIES	Détournement par Listeria monocytogenes (queue d'actine « en comète »)

Le Tutorat Niçois est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite !!

III. Les microtubules

a) Organisation des microtubules

LA TUBULINE

- **Structure cylindrique creuse** (24 nm), formée de sous-unités de tubuline
- **Hétérodimère α/β** : la tubuline β hydrolyse le GTP → responsable de la polymérisation (tubuline α ne peut pas hydrolyser son GTP)
- **Auto-polymérisation** avec Mg^{2+} et **GTP** (*PAS d'ATP*)

LE CENTROSOME

- **Centre organisateur des microtubules** : 2 centrioles perpendiculaires, à côté du noyau.
- **Pôle - au centrosome, pôle + vers la périphérie cellulaire !!**

→ ASSEMBLAGE :

Protofilament *(polymérisation précédée d'hydrolyse du GTP)*

↓

Cylindre de protofilaments

↓

Élongation polarisée *(extrémité + polymérisation active / extrémité - sensible à la dépolymérisation)*

b) Modulation (toxines & thérapie)

MOLECULE	EFFET / USAGE
Colchicine, Vinblastine	**Bloquent la polymérisation** *(hétérodimères libres)* → raccourcissement. - **Colchicine** = traitement de la goutte - **Vinblastine** = chimiothérapie
Taxol	**Stabilise les microtubules** *(empêche la désintégration)* → chimiothérapie anticancéreuse

c) Les moteurs des microtubules

→**KINESINE** : transport antérograde, vers le pôle + (vers l'extérieur)

→**DYNEINE** : transport rétrograde, vers le pôle - (vers le centrosome)

Mémo : « On sort chez le kiné (vers le +), puis on rentre dîner (vers le -) »

Le Tutorat Niçois est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite !!

d) Fonctions des microtubules

- **« Routes intracellulaires »** pour organites, vésicules, granules *(mitochondries, lysosomes…)*
- **Transport axonal :** **antérograde** = kinésine ; **rétrograde** = dynéine
- **Mitose** : le réseau de microtubules forme le **fuseau mitotique** (séparation des chromosomes)

IV. Les filaments intermédiaires

a) Organisation non-structurale (NON polarisée)

Monomère (hélice α, N/C-terminal)
↓
Dimère parallèle (polarisé)
↓
Tétramère antiparallèle (non polarisé)
↓
Protofilament
↓
Protofibrille (2 protofilaments)
↓
Filament intermédiaire (4 protofibrilles = 64 monomères, 10 nm)

b) Caractéristiques

- **Structure solide**, **peu dynamique** (mais pas figée) ; **diamètre intermédiaire** (10 nm, entre 8 nm et 24 nm).
- **Auto-assemblage** : pas d'ATP/GTP nécessaire ; structure **NON polarisée+++**

c) Les 4 grandes familles

FAMILLE	LOCALISATION
Kératines	Cellules épithéliales et dérivés (phanères, poils, ongles)
Vimentines (+ desmine)	Cellules mésenchymateuses (fibroblastes, leucocytes…) Desmine = cellules musculaires
Neurofilaments	Axones
Lamines A et B	Noyau de TOUTES les cellules (lamina nucléaire)

Le Tutorat Niçois est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite !!

→**Intérêt diagnostique** : anticorps anti-cytokératine permettent d'identifier l'origine épithéliale d'une tumeur

d) Laminopathies (mutations du gène LMNA)

★ **Progéria de Hutchinson-Gilford (le seul exemple à retenir lol)**

• **Mutation dominante de novo**, **gène LMNA**, codon 606 (mutation silencieuse C→T qui active un site cryptique d'épissage dans l'exon 11).

→ Délétion des 50 derniers AA de l'exon 11 → maturation bloquée de la lamine A → accumulation toxique farnésylée à la membrane.

• **Clinique** : pas de retard mental, retard staturo-pondéral, perte des cheveux, atrophie musculaire, ostéoporose, athérosclérose, décès vers 13-18 ans.

• **Piste thérapeutique** : inhibiteurs de farnésylation (essais en cours), limités par une voie de compensation (géranylgéranylation).

Voilà la fin de cette fiche récap ! J'espère qu'elle vous sera utile pour revoir votre cours !

⚠️ **ATTENTION : CETTE FICHE NE REMPLACE PAS LE COURS+++** ⚠️

Donc si vous avez des difficultés avec ce cours je vous conseille de le découper en plusieurs parties, regarder la vidéo du prof *(parfois ça aide utiliser un autre type de support !)* et surtout de poser vos questions sur le forum !

Le Tutorat Niçois est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite !!