

Biologie Cellulaire LS3 TP n°4 :

Le noyau – Le cycle cellulaire – La mitose

I. LE NOYAU

- 1. Composition chimique du noyau**
- 2. Le noyau interphasique**
- 3. La chromatine et le nucléole**
- 4. Cas particuliers des chromosomes géants**

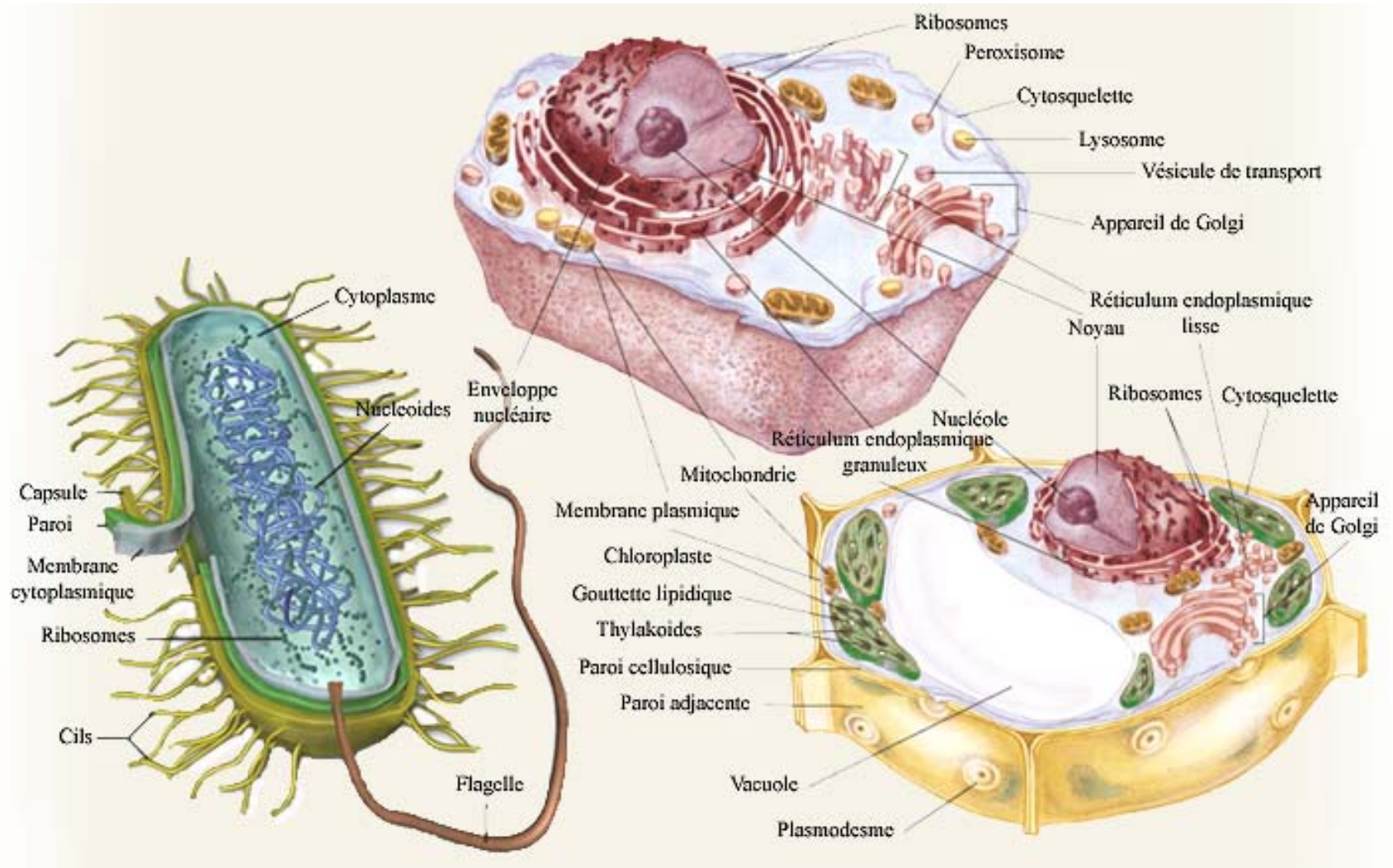
II. LE CYCLE CELLULAIRE

III. LA MITOSE

- 1. Organisation des chromosomes métaphasiques**
- 2. Les étapes de la mitose**

I. LE NOYAU

- ✓ Premier organite cellulaire à avoir été identifié.
- ✓ Organite renfermant la quasi-totalité de l'information génétique des cellules eucaryotes.
- ✓ Facilement observable en histologie classique (hématoxyline).
- ✓ Taille : de 5 à 20 μm de diamètre.
- ✓ Volume environs égal à 10% de la cellule.
- ✓ De forme généralement sphérique, parfois plurilobée (ex: globules blanc).



Le noyau présent chez les « **eucaryotes** » renferme l'information génétique des cellules.

**comment contenir 1.8 m d'ADN dans chacun
des noyaux somatiques humain de 10 μ m de
diamètre ?**



Ou encore:

**Comment faire rentrer 11Km de fils dans une
balle de tennis ?**

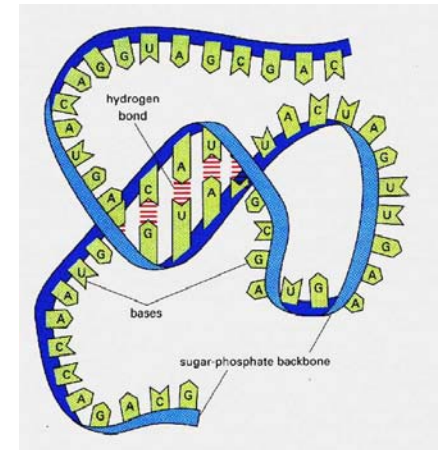
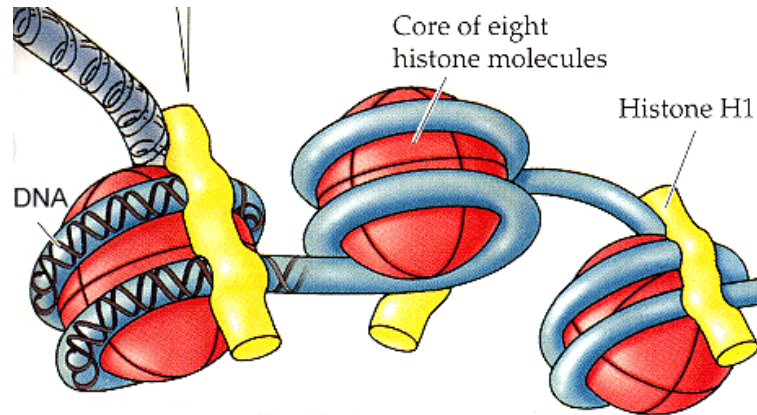
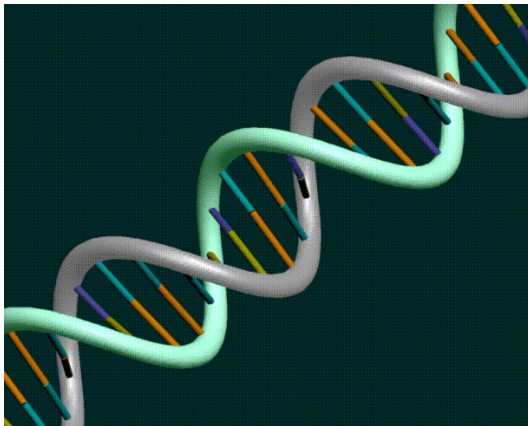
Ce qui revient au même.....

1. Composition chimique du noyau:

✓ ADN

✓ Protéines: - Histones H1; H2a; H2b; H3; H4 (structure l'ADN)
- Autres (régulation des gènes) <<< Histones

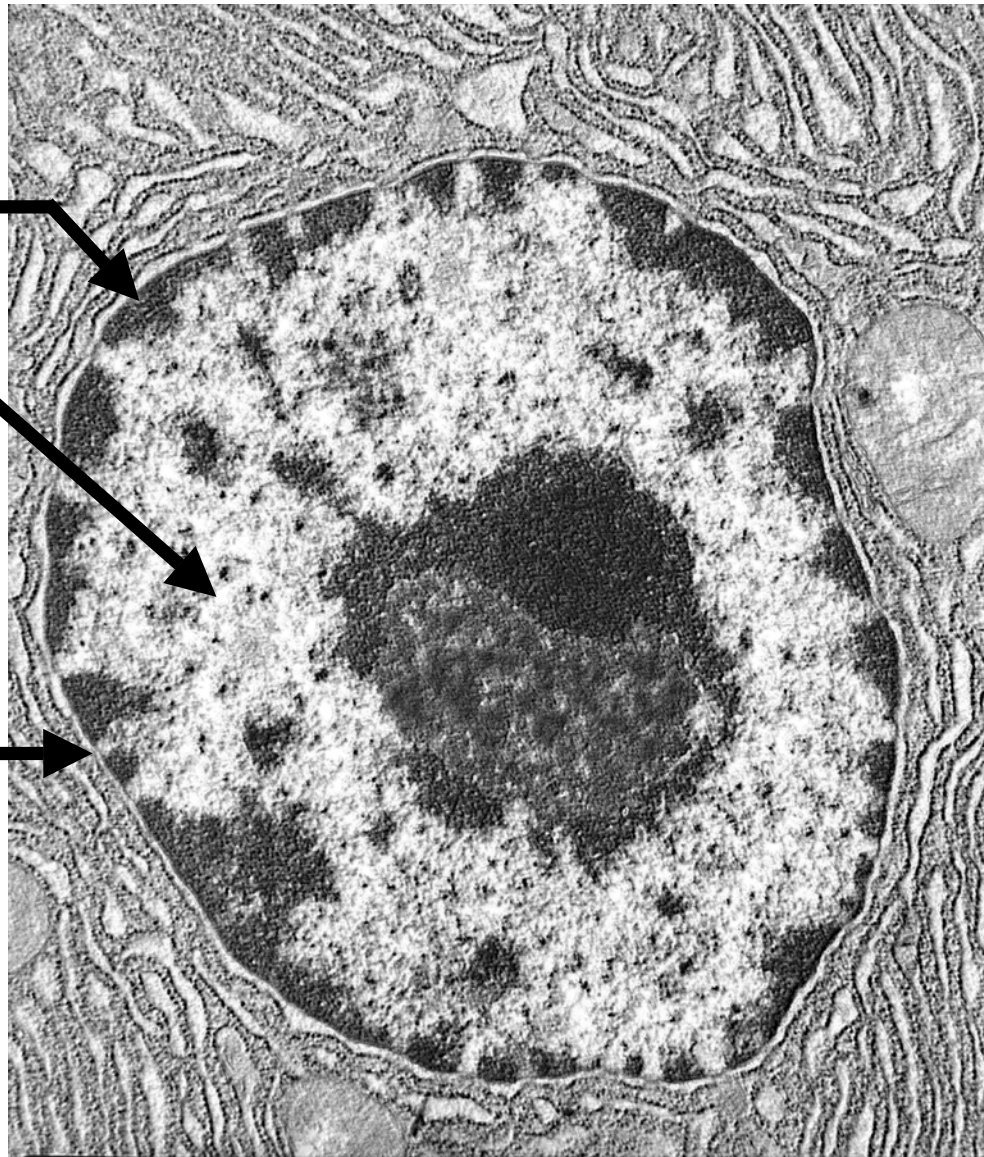
✓ ARN en faible quantité



Enveloppe
nucléaire

nucléoplasmse

Pore nucléaire

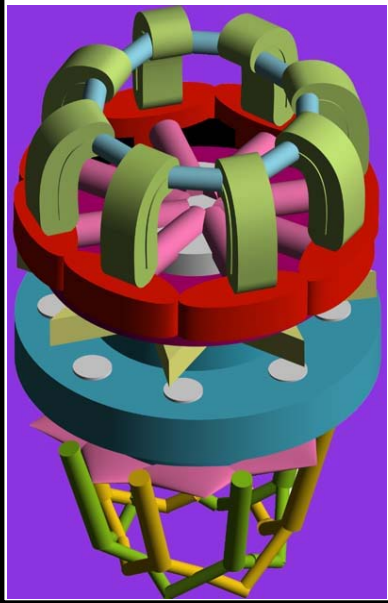
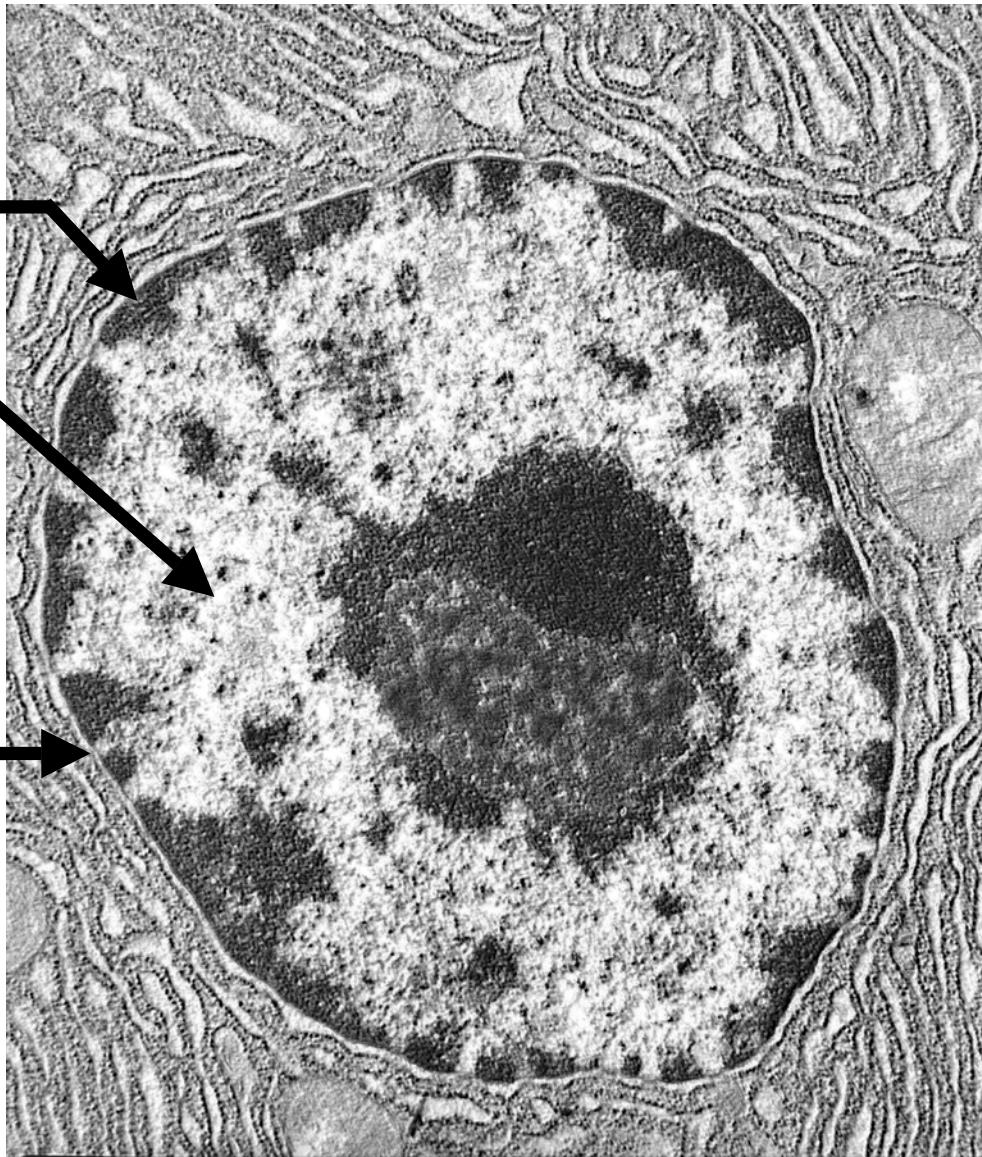


2. Noyau interphasique observé au microscope électronique à transmission

Enveloppe
nucléaire

nucléoplamse

Pore nucléaire

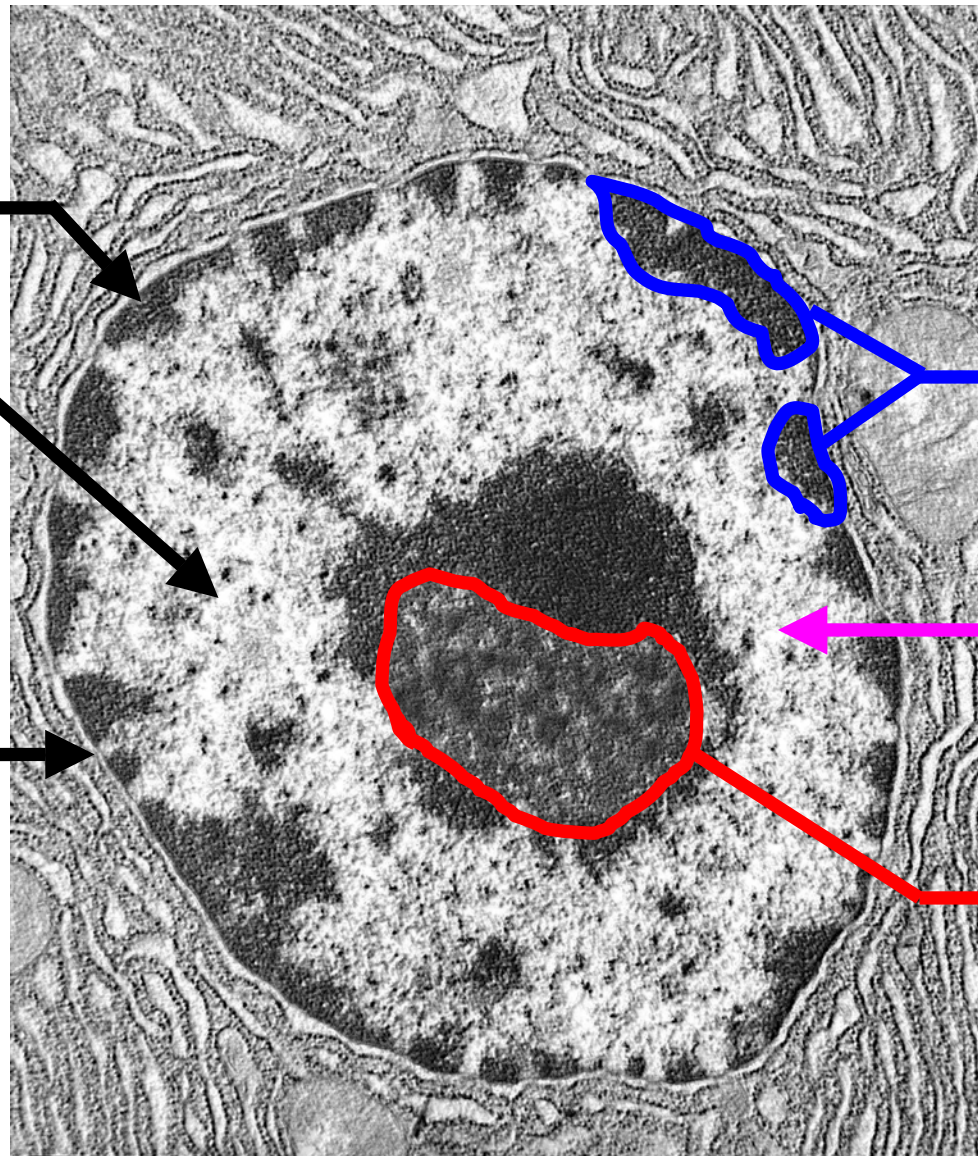
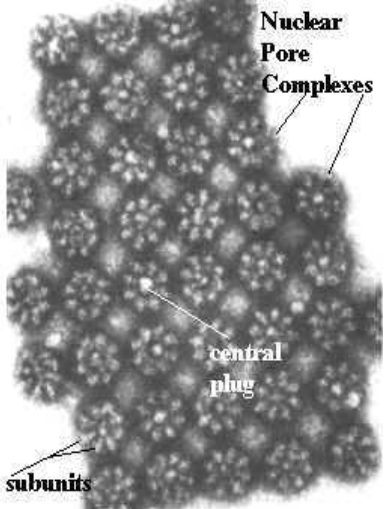


Noyau interphasique observé au
microscope électronique à transmission

Enveloppe
nucléaire

nucléoplamse

Pore nucléaire

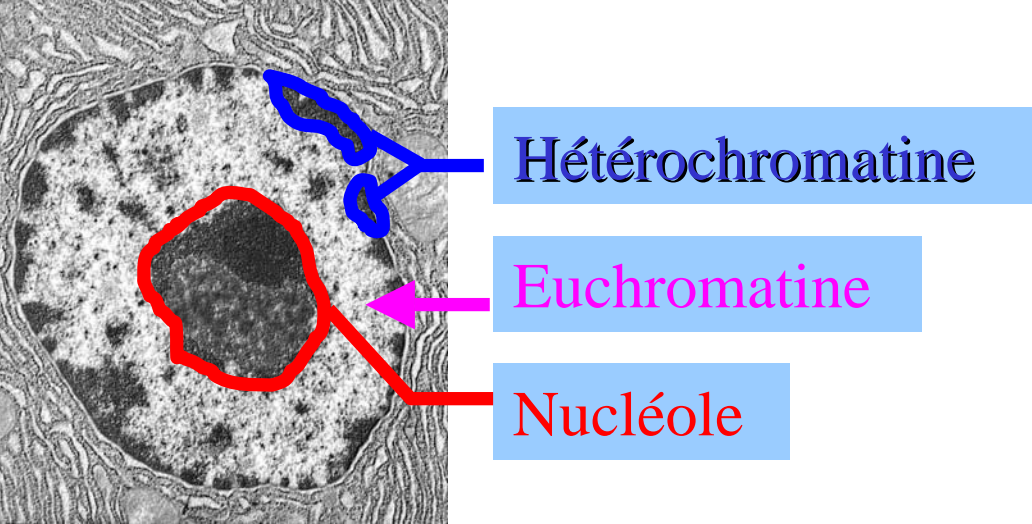


Hétéro-
chromatine

Euchromatine

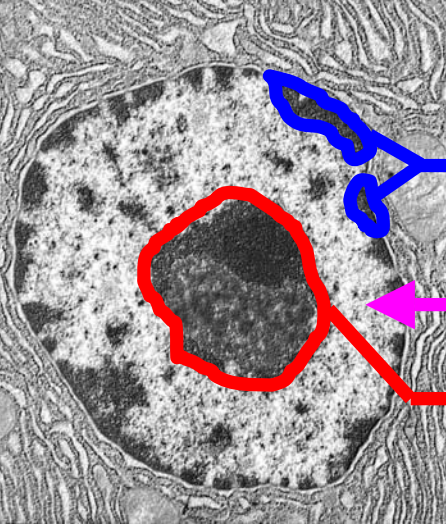
Nucléole

Noyau interphasique observé au
microscope électronique à transmission



3. La chromatine et le nucléole

« La chromatine doit être conçue comme une succession de domaines condensés et de domaines plus diffus, avec des passages réversibles d'un état dans l'autre, suivant la phase du cycle cellulaire, la présence de stimuli extérieurs... »

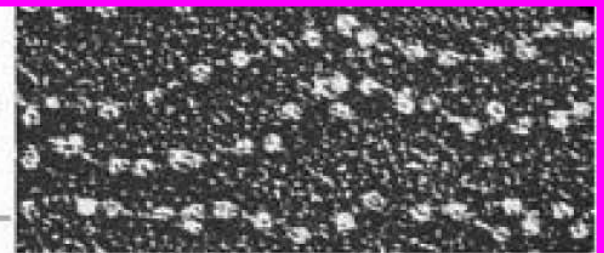
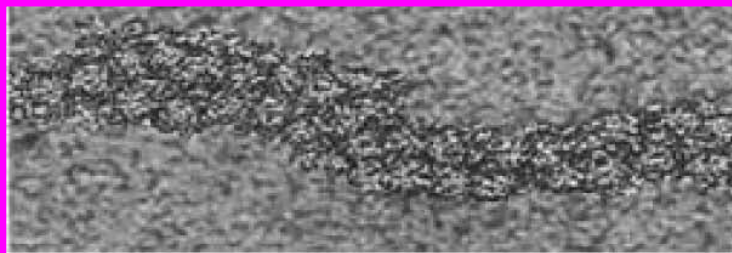


Hétérochromatine

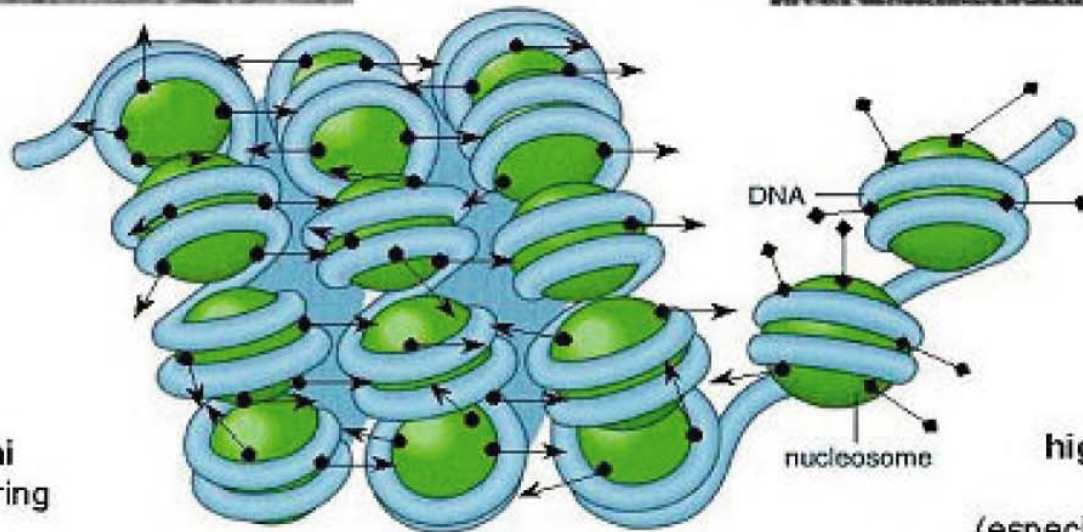
Euchromatine

Nucléole

Chromatin fibers



30 nm
chromatin fiber



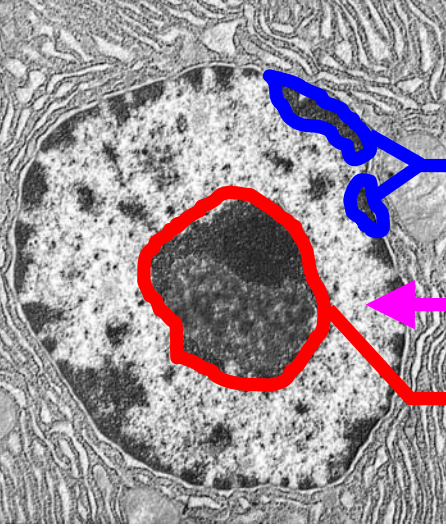
11 nm
(beads)



⊕ charged N termini
(bind DNA on neighboring nucleosomes)



highly acetylated
core histones
(especially H3 and H4)

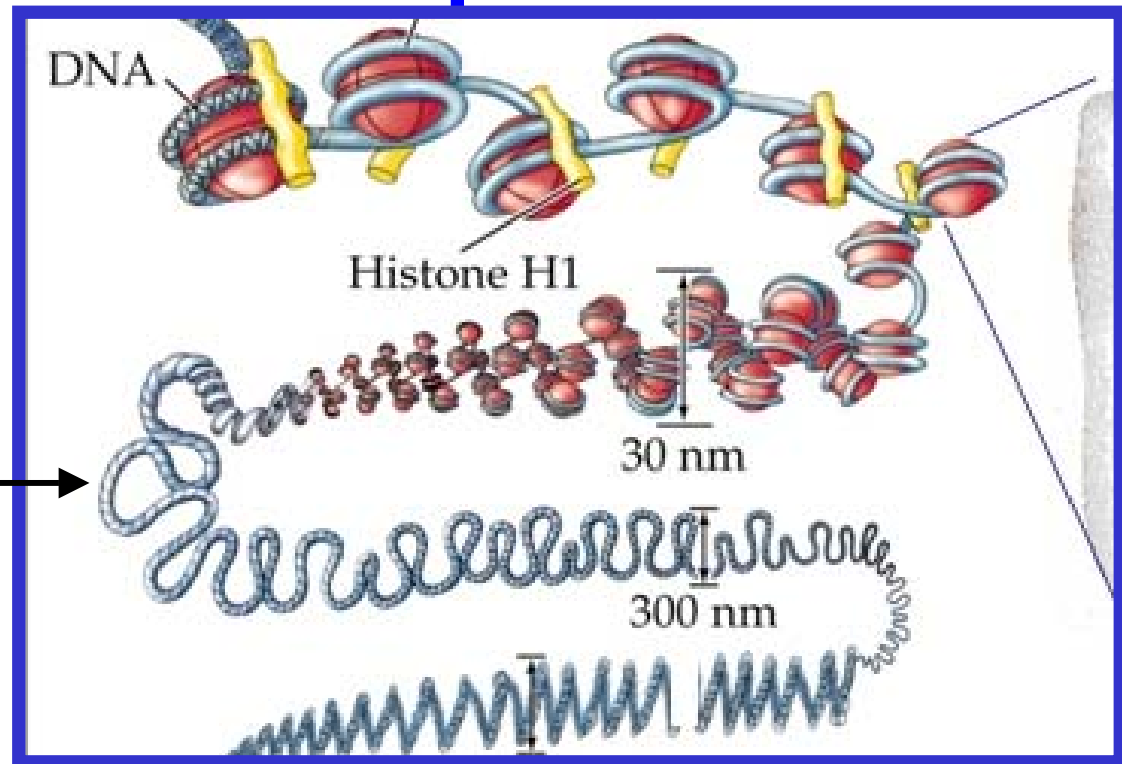


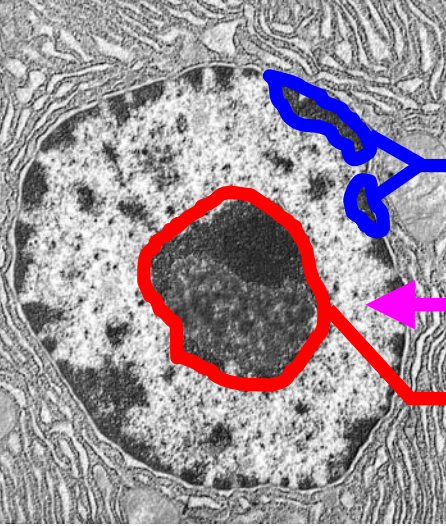
Hétérochromatine

Euchromatine

Nucléole

- Niveau de compacité structurale supérieur !!!!
- Hypothèse de « boucles pontées » basée sur l'observation des chromosomes géants (détaillés plus tard)
- Domaines plus condensés donc moins actifs



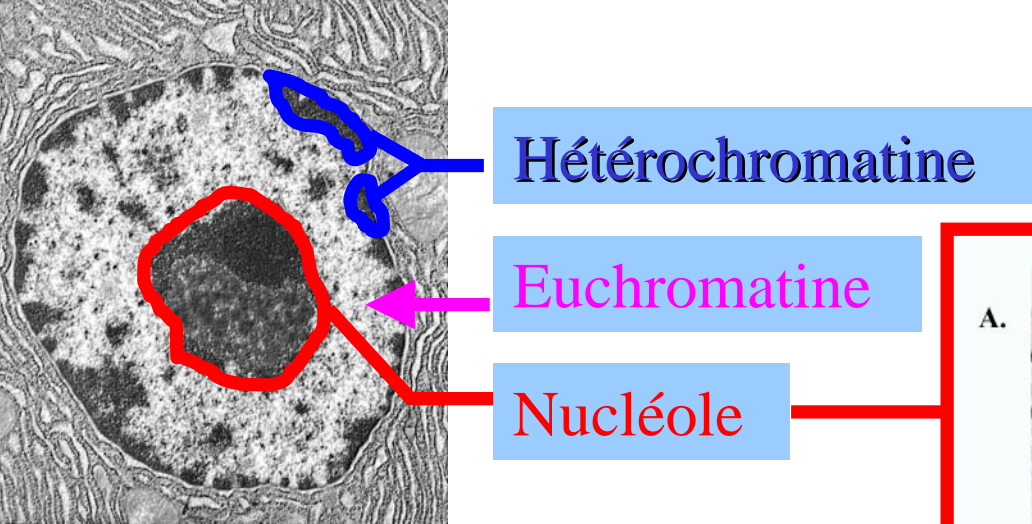


Hétérochromatine

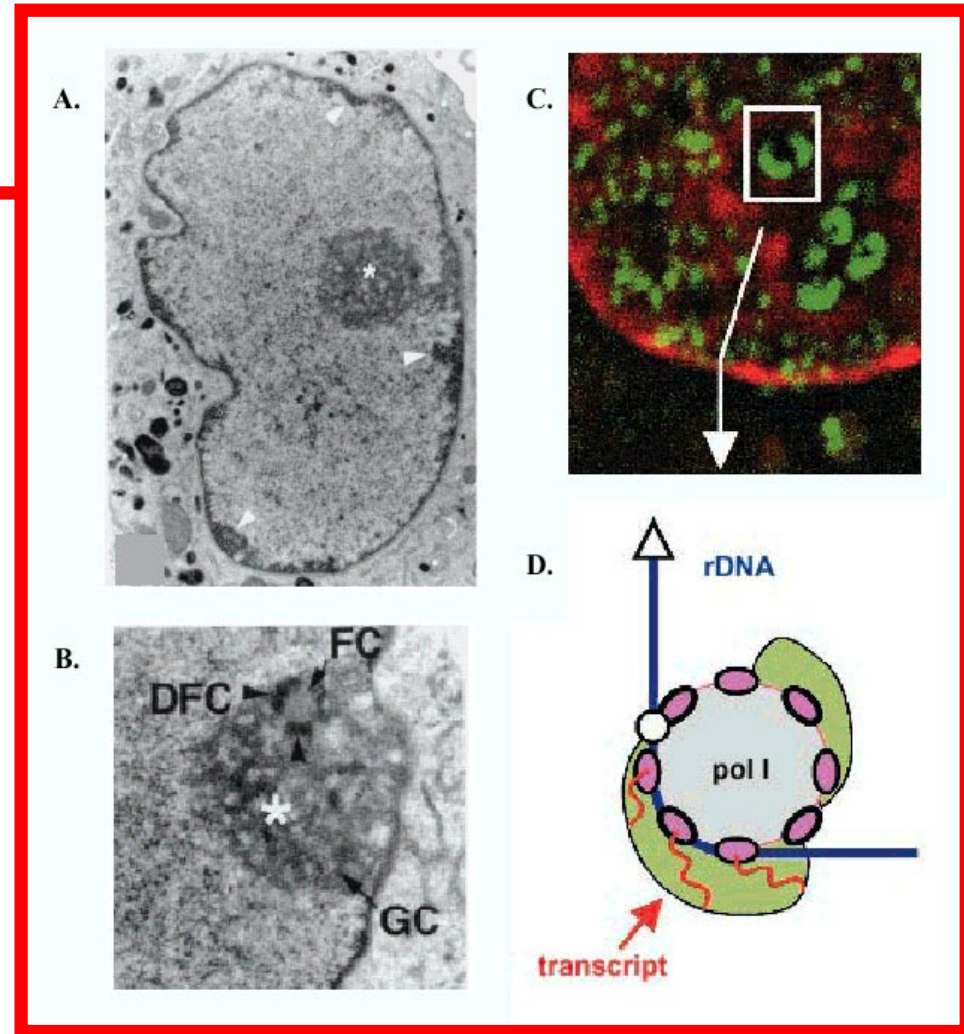
Euchromatine

Nucléole

- Lieu de synthèse des ARN ribosomiques (ARNr)
- Composé de 3 régions:
 - Région fibrillaire
 - Région fibrillaire dense
(ADN+ARN)
 - Région granulaire
(Particules riche en ARN)



Photographie au MET du nucléole, (A) au sein du noyau et (B) détail des différents sous-domaines : centre fibrillaire (FC), composant fibrillaire dense (DFC), composant granulaire (GC). (C) Noyau d'une cellule HeLa dont les transcrits naissant, en vert, ont été synthétisés *in vitro* en présence de Br-UTP, le reste des acides nucléiques étant en rouge. (D) Modèle d'organisation spatiale de la synthèse des ARNr.



D'après (Cook, 1999; Lamond and Earnshaw, 1998)

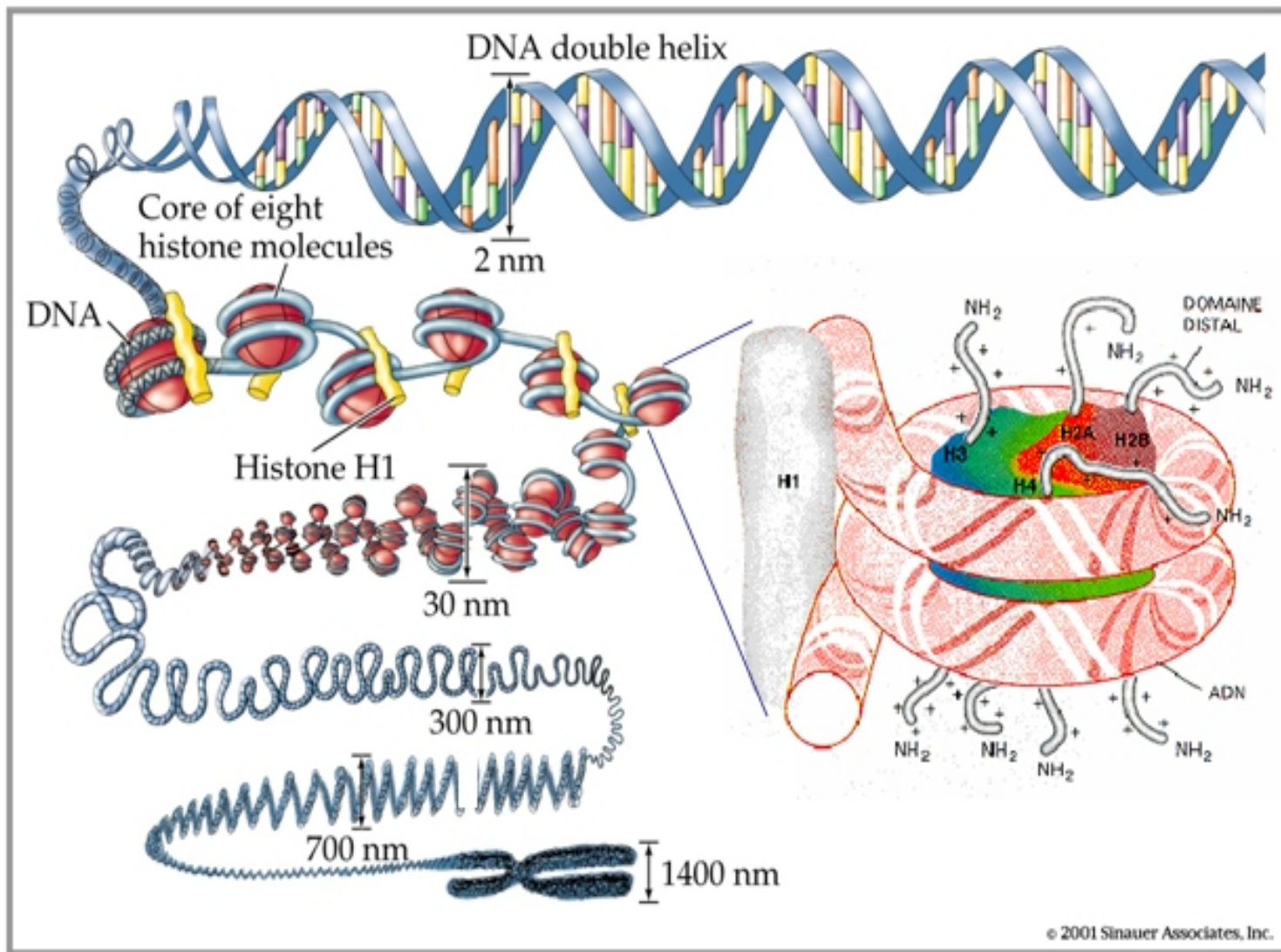
REPOONSE :

1.80 m

36 cm

3.6 cm

184 μm

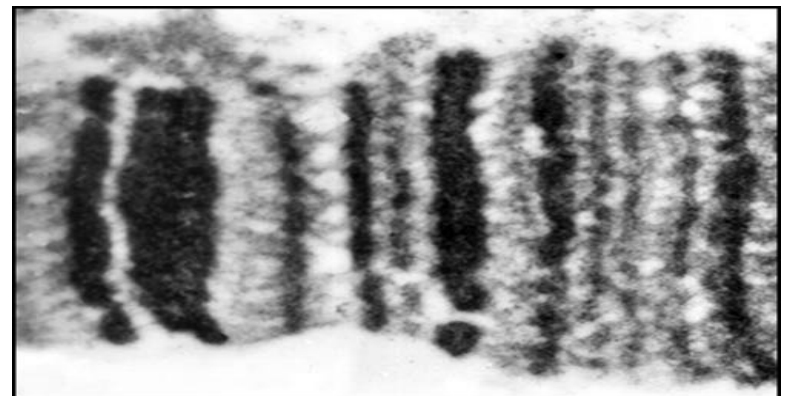
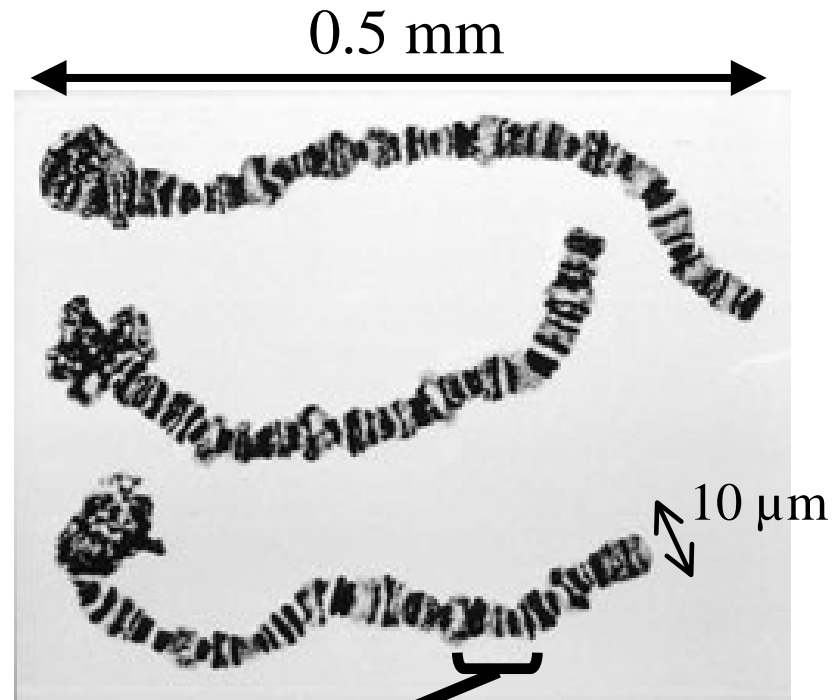


4. Cas particulier des chromosomes géants

4.1. Chromosomes polyténiques

- Découvert par Balbiani en 1881 chez la larve de Chironome (vers de vase).
- Observé dans des cellules elles mêmes géantes 200 à 250 μm
- Organisation particulière due à la présence d'un très grand nombre de chromatides, partiellement condensées et accolées points par points sur toute leur longueur.

Chromatides

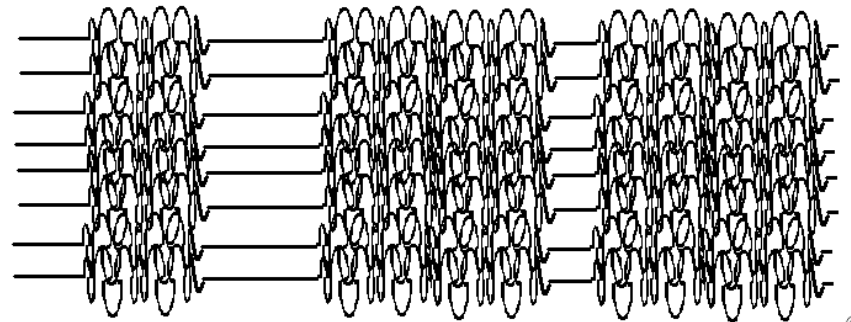
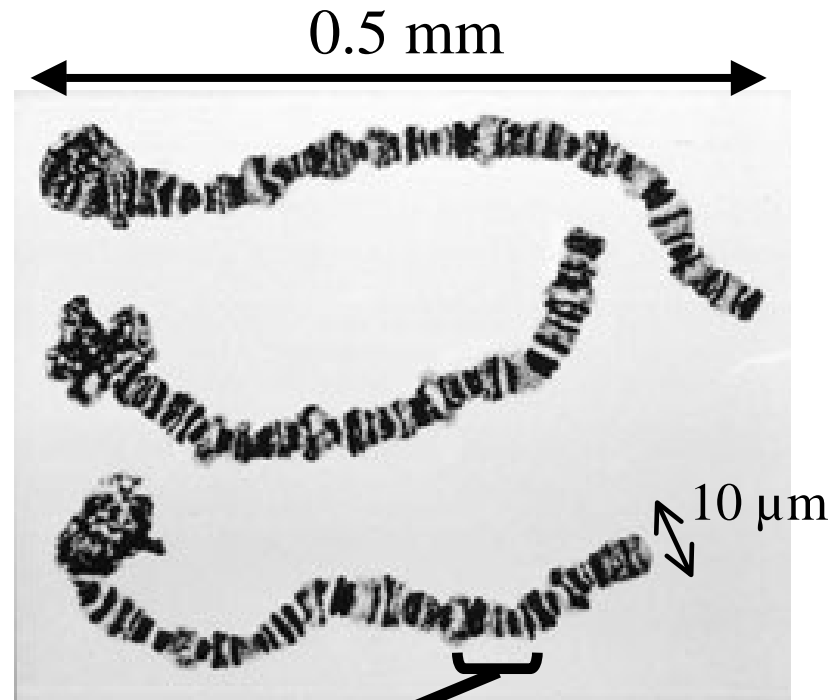


4. Cas particulier des chromosomes géants

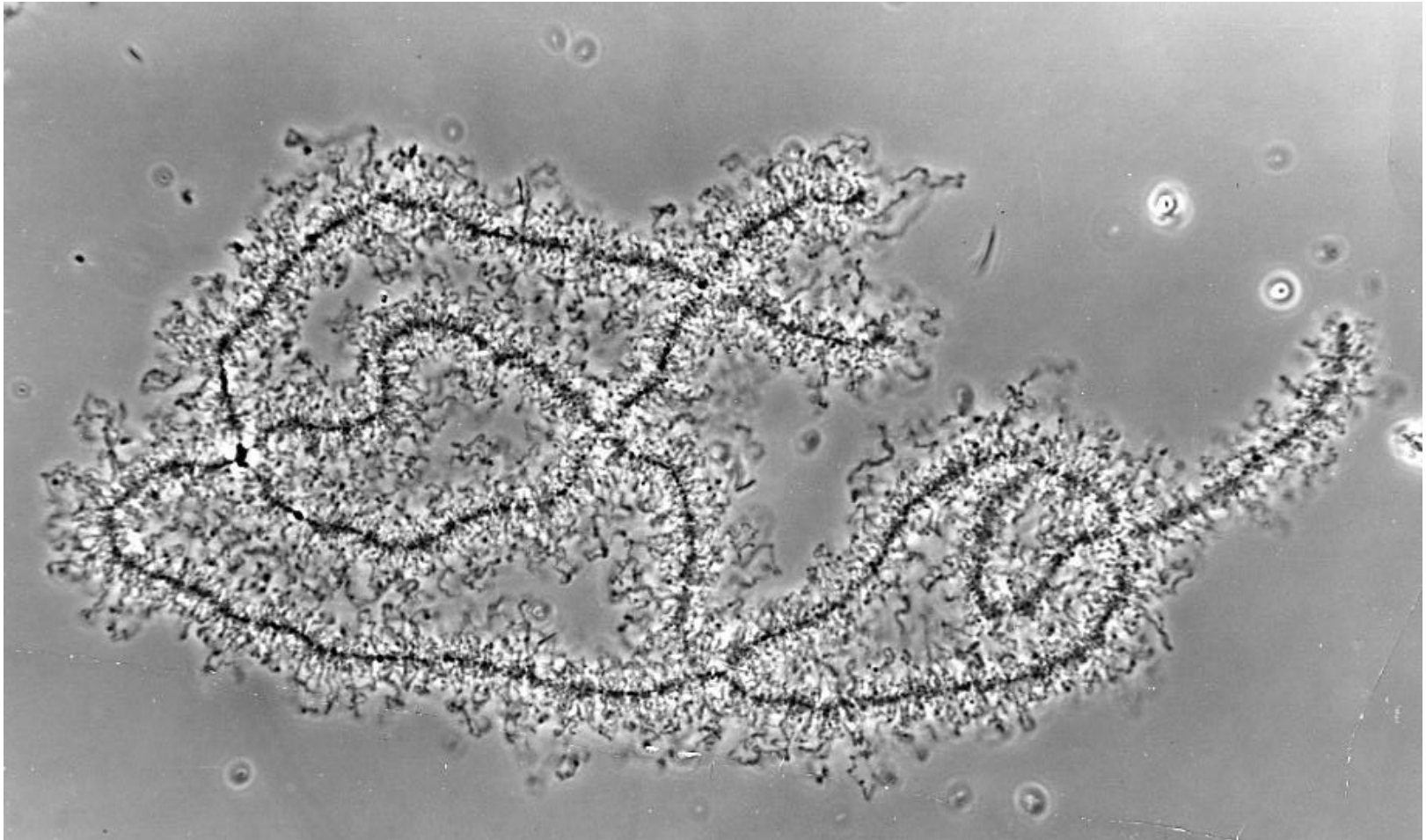
4.1. Chromosomes polyténiques

- Découvert par Balbiani en 1881 chez la larve de Chironome (vers de vase).
- Observé dans des cellules elle-même géantes 200 à 250 μm
- Organisation particulière due à la présence d'un très grand nombre de chromatides, partiellement condensées et accolées points par points sur toute leur longueur.

Chromatides

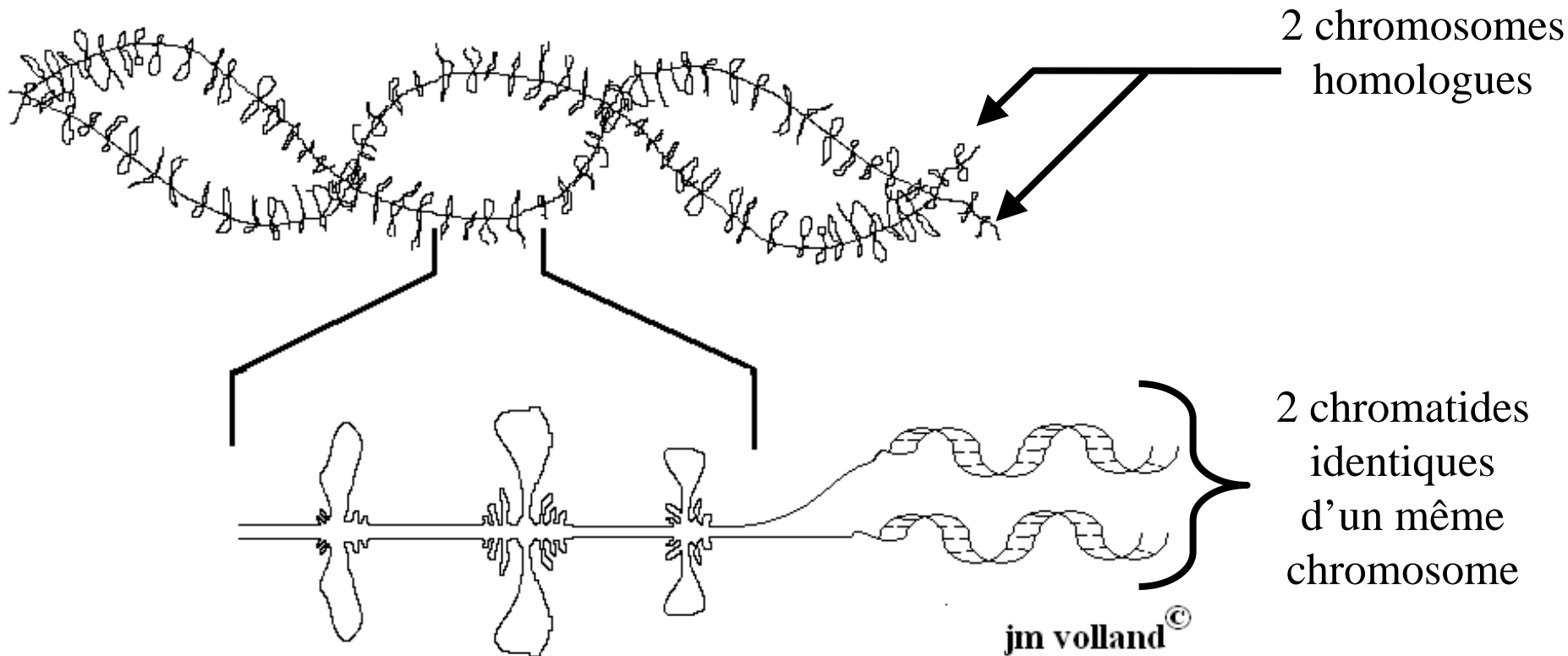


4.2. Chromosomes en écouvillons



Structures particulières observées en début de méiose dans les ovocytes de la plus part des métazoaires découvert par Flemming en 1882(jusqu'à 1.5mm)

4.2. Chromosomes en écouvillon

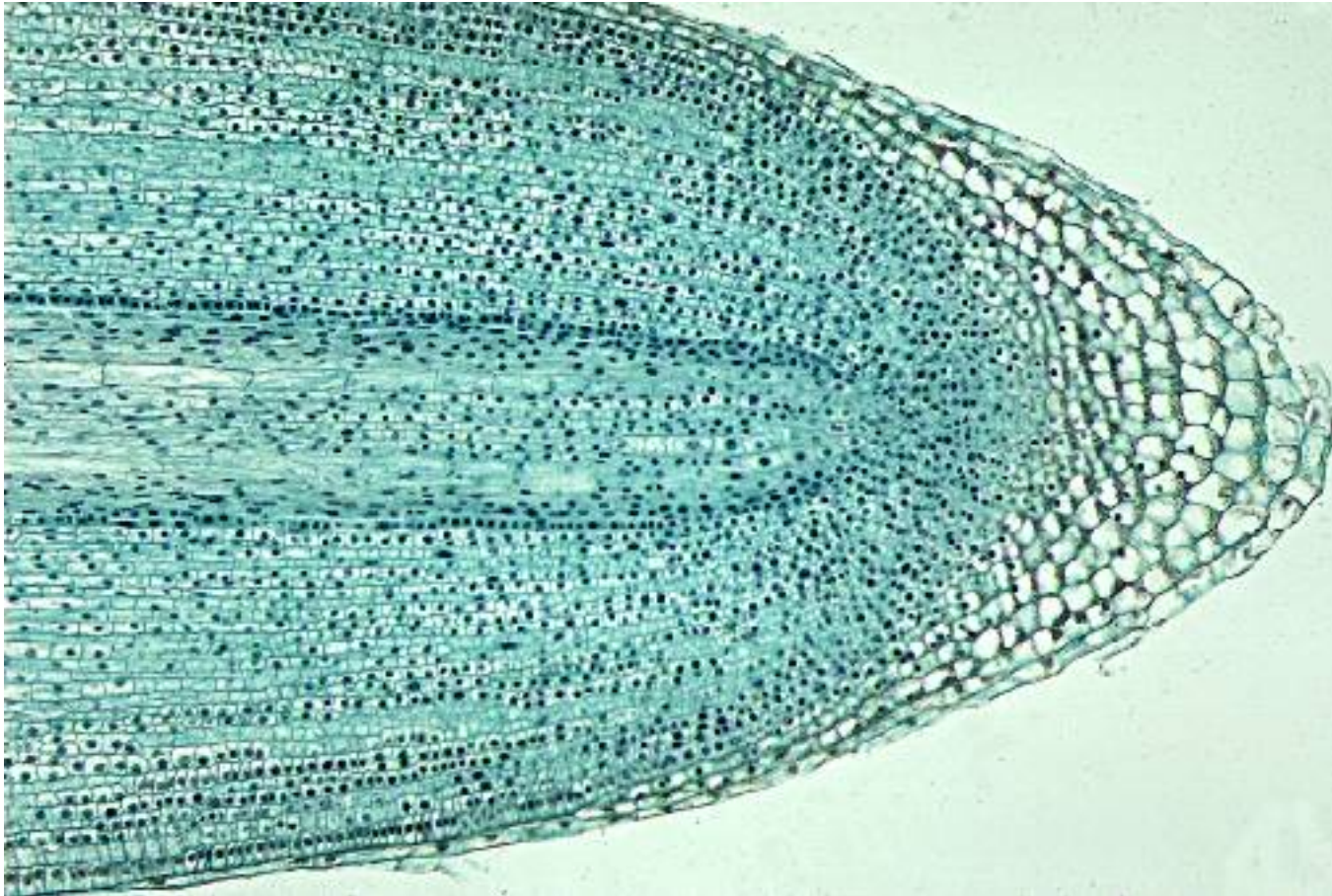


Structures particulières observées en début de méiose dans les ovocytes de la plus part des métazoaires découvert par Flemming en 1882(jusqu'à 1.5mm)

II. LE CYCLE CELLULAIRE

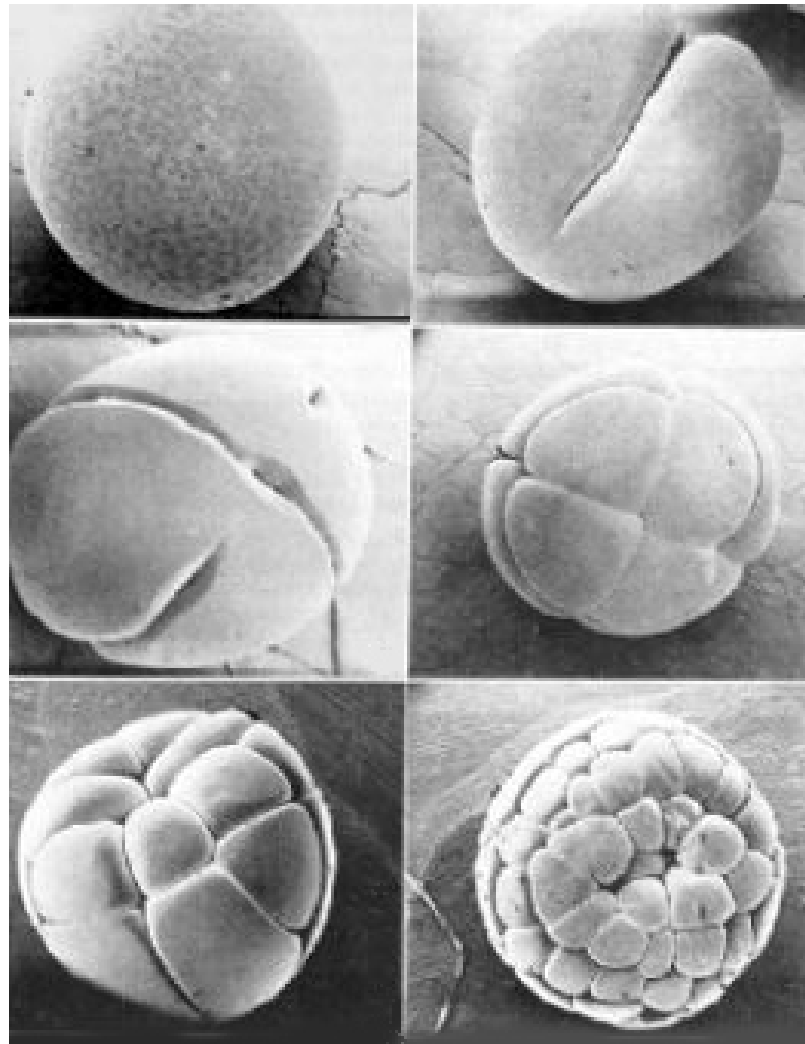
- ✓ Notion de cycle cellulaire seulement pour les cellules qui se divisent régulièrement (cellules en proliférations). Ex: protistes, embryons, cellules en cultures...
- ✓ Cycle compris entre 12 et 36 heures.
- ✓ NB: une différenciation cellulaire poussée est souvent incompatible avec une division régulière.

Exemple de lieux de divisions cellulaires intenses:



✓ Mersitème apical chez les végétaux

Exemple de lieux de divisions cellulaires intenses:



✓ Développement embryonnaire

Exemple de lieux de divisions cellulaires intenses:

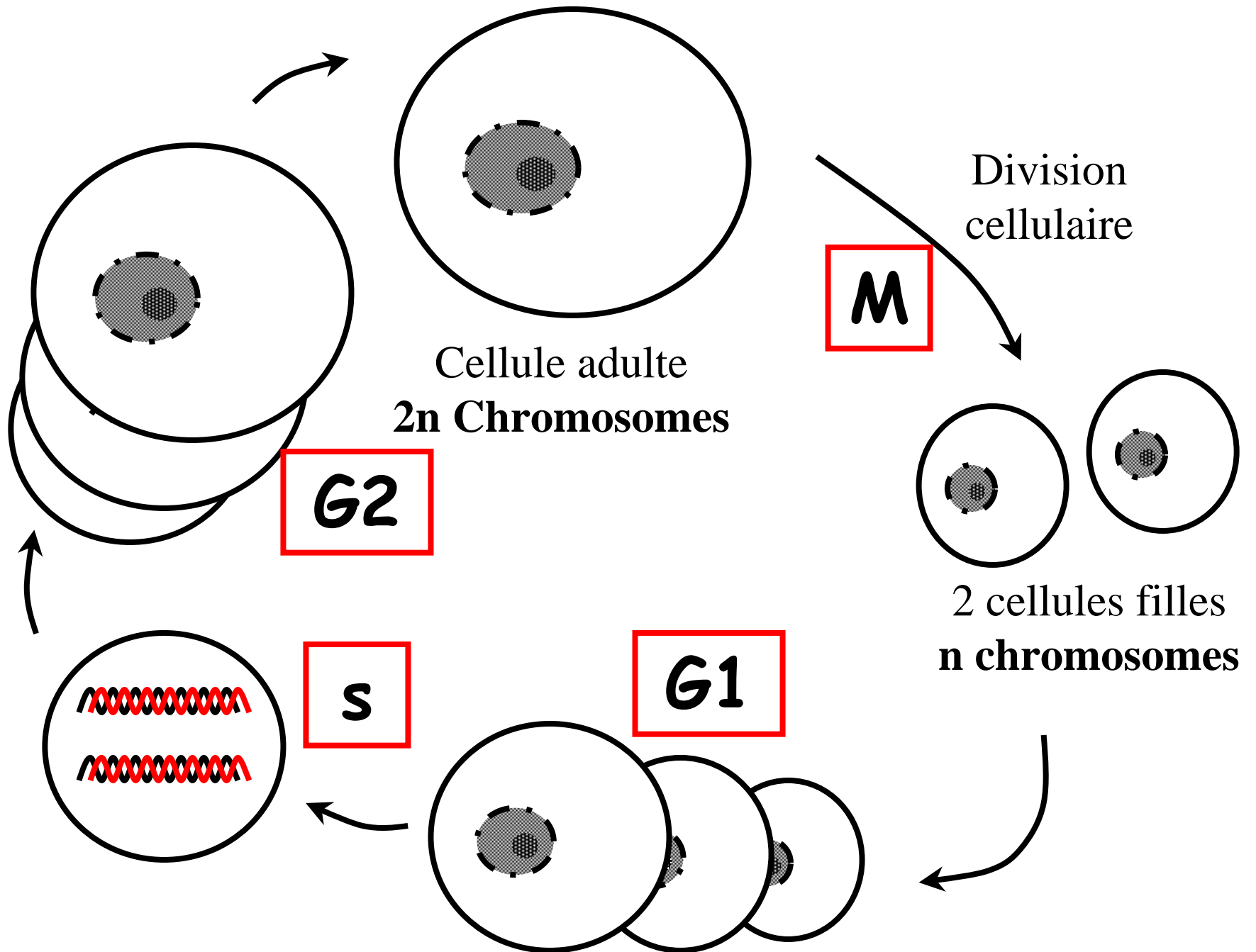


✓ Croissance des plantes

Exemple de lieux de divisions cellulaires intenses:



✓ Croissance de l'organisme

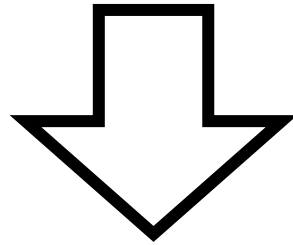


III. LA MITOSE

✓ Lors de l'interphase, les molécules d'ADN plus ou moins condensées sont emmêlées en un réseau tridimensionnel complexe (Eu- et Hétérochromatine).



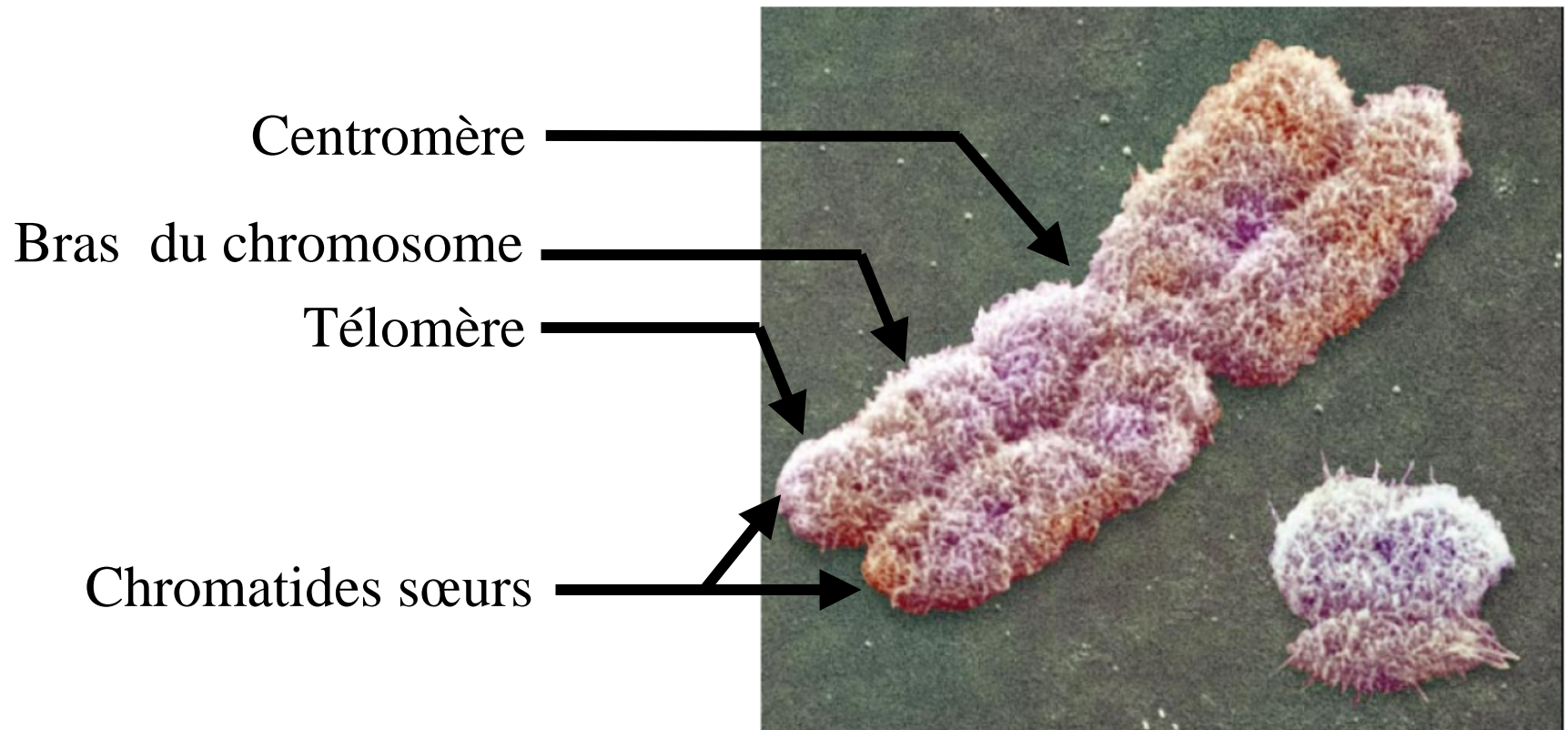
Comment séparer le contenu du noyau en deux parties strictement identiques



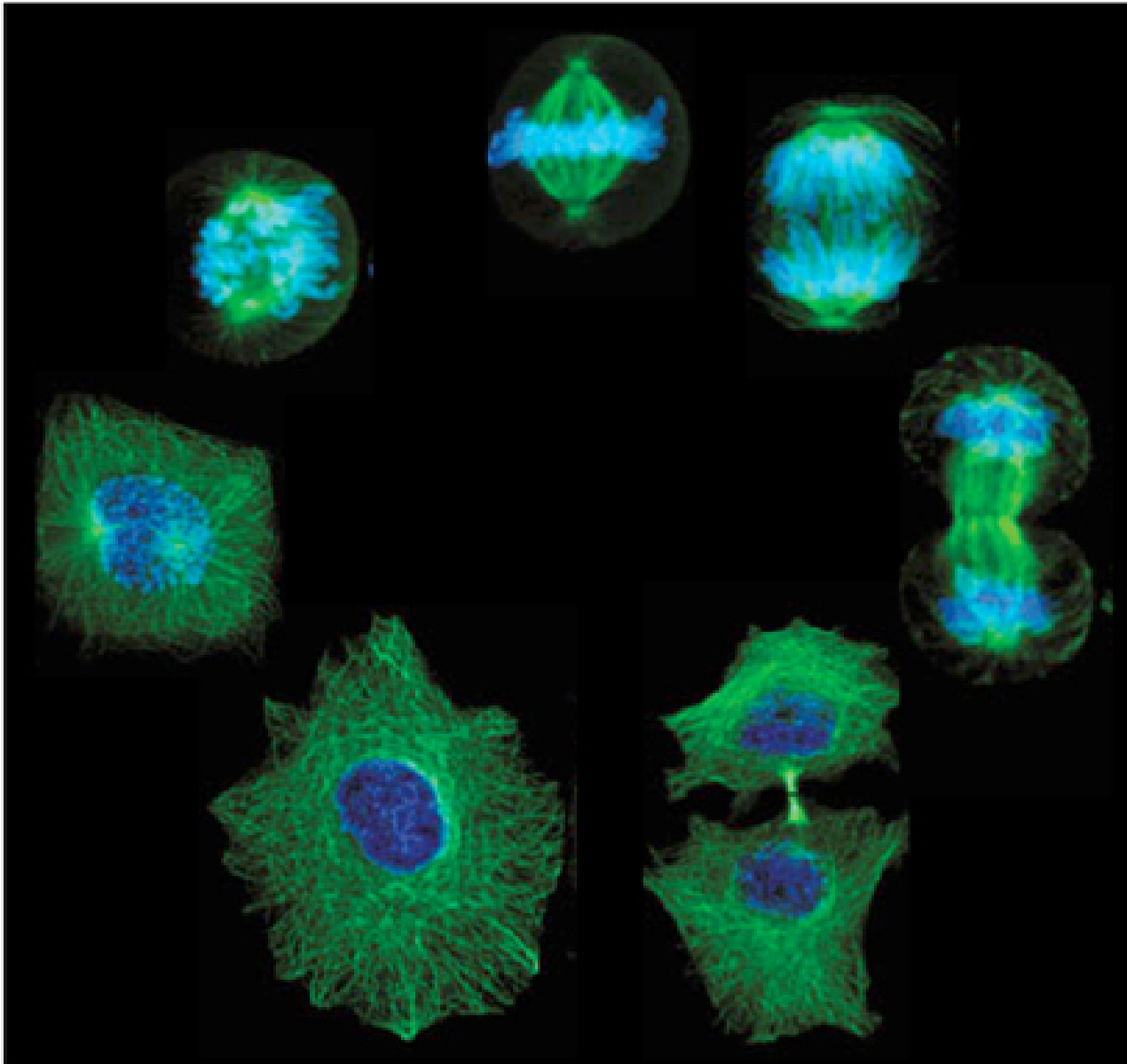
✓ Du grec *mi* : « en deux » et *tom* : coupure (ex: lobotomie).

✓ c'est l'ensemble des événements nucléaires se déroulant lors de la division cellulaire.

- ✓ Chromosome = plus haut niveau de condensation de l'ADN
- ✓ Les 46 chromosomes humains représentent en tout près de 2m d'ADN.
- ✓ L'ADN est compacté avec un facteur 10^4 : une molécule d'ADN de 4-5 cm de long devient un chromosome de 4-5 μm de long

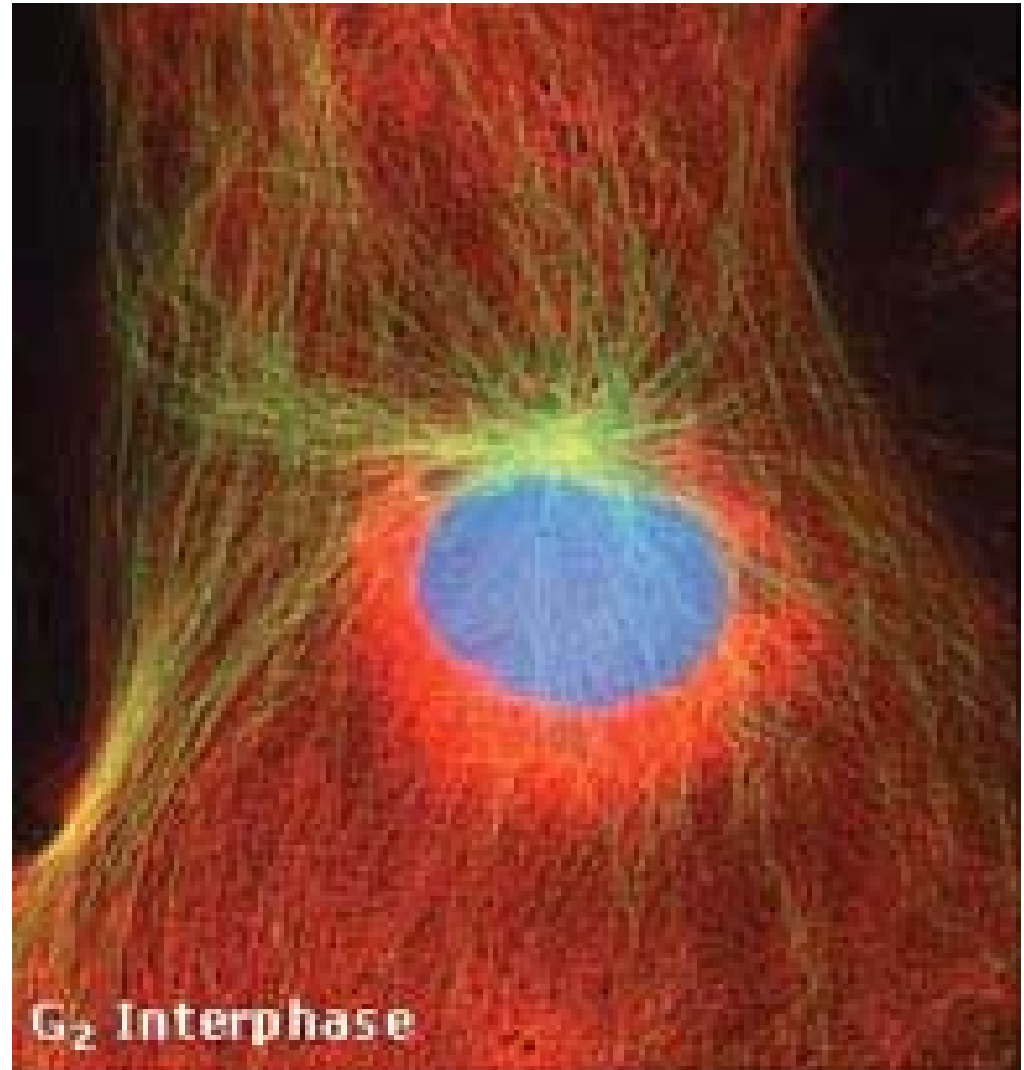


2. Les étapes de la mitose



Interphase

- ✓ L'ADN se réplique
- ✓ L'ADN est relativement décondensé
- ✓ Les deux centrosomes sont côte-à-côte
- ✓ Il y a présence d'une nucléole



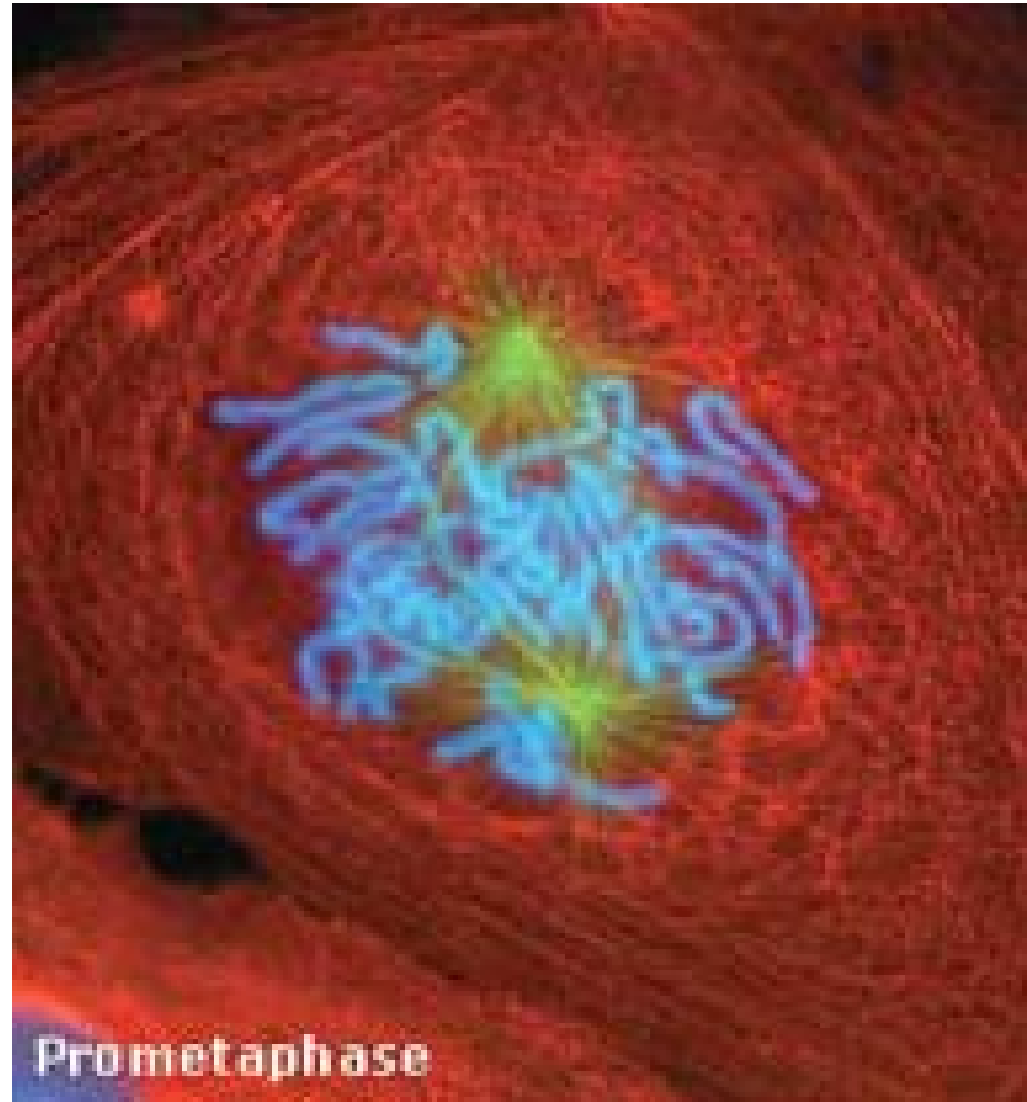
Prophase

- ✓ Les chromosomes se condensent et s'individualisent
- ✓ Le noyau gonfle et s'éclairci
- ✓ Disparition du/des nucléoles
- ✓ Disparition de l'enveloppe nucléaire (phosphorylation des protéines de la lamina)



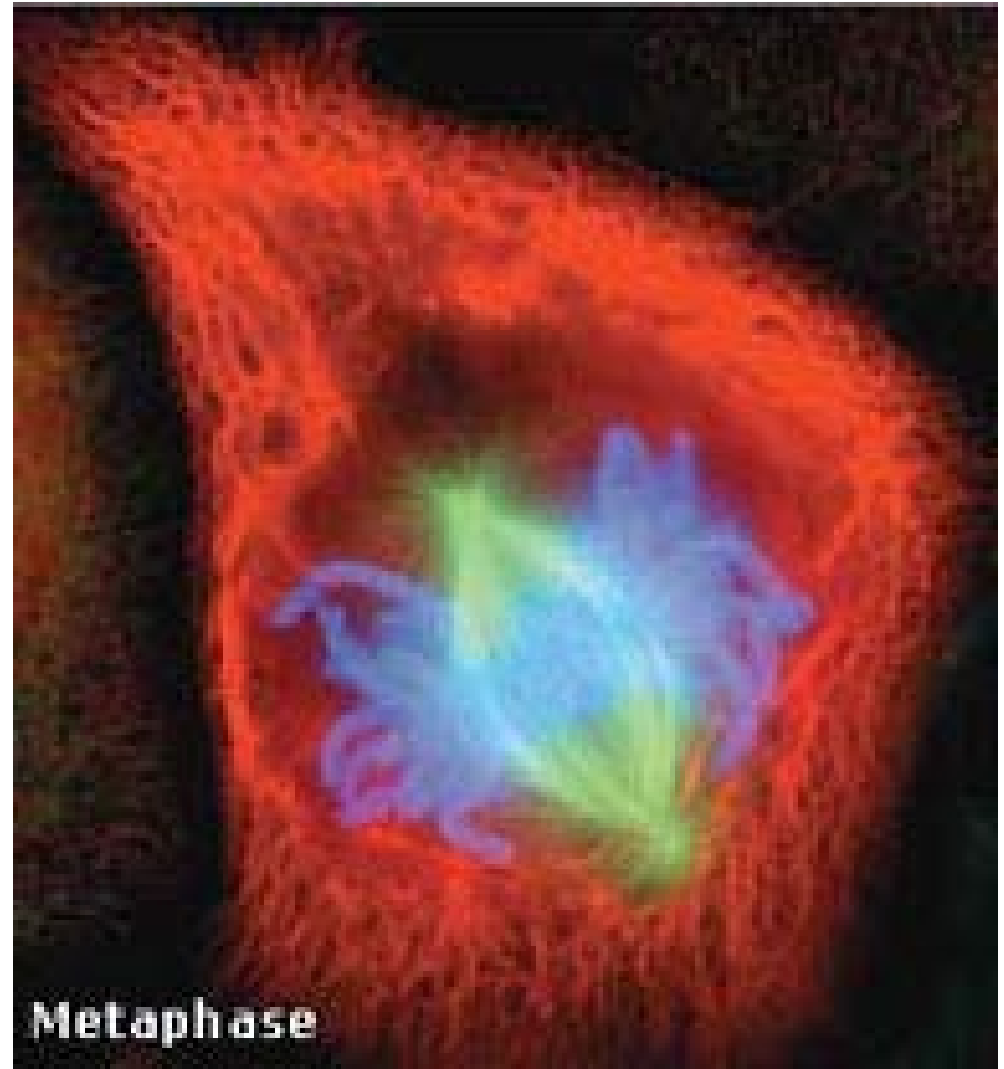
Prométaphase

- ✓ Les centrosomes sont de part et d'autre du noyau
- ✓ Les fuseaux mitotiques apparaissent
- ✓ Les microtubules se lient aux chromatides au niveau des kinétochores
 - ✓ Les chromosomes « dansent » sous les tensions des microtubules



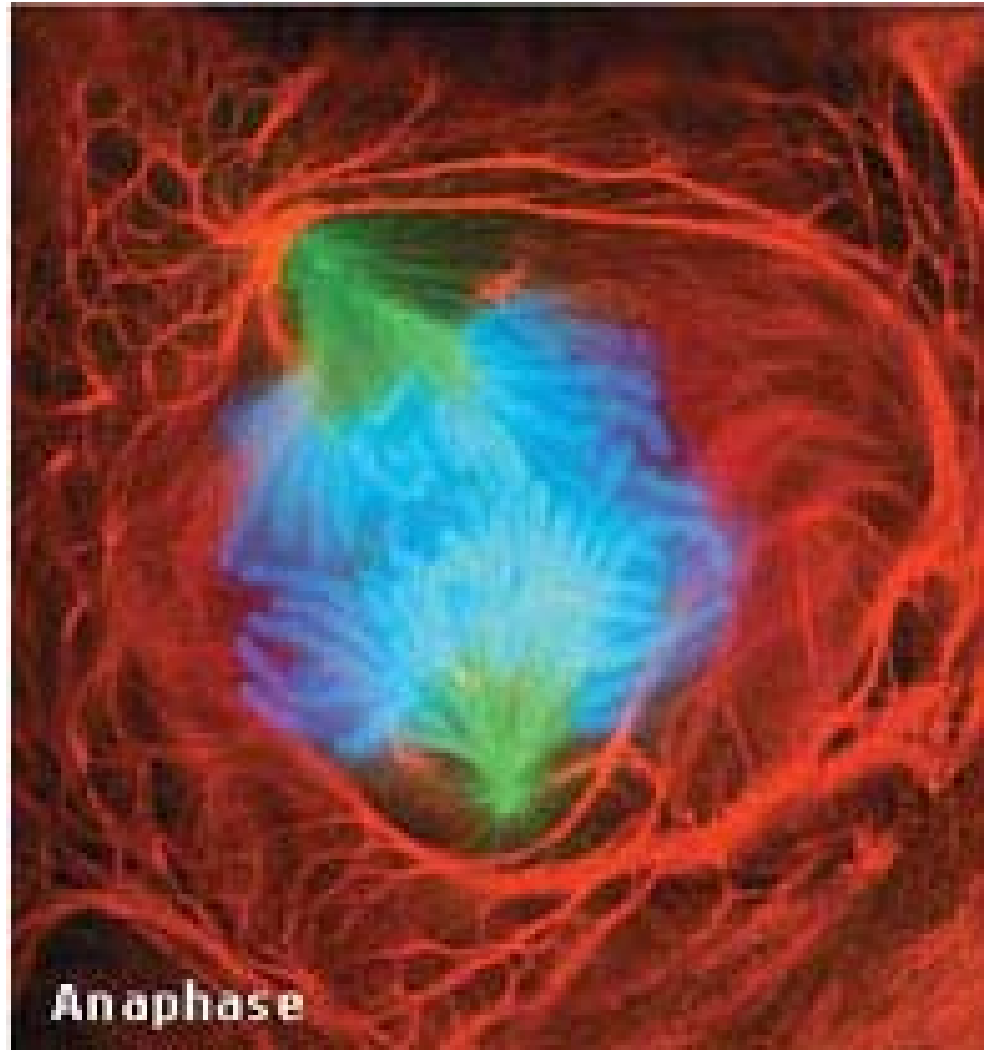
Métaphase

- ✓ Les chromosomes se stabilisent sur le plan équatorial du noyau
- ✓ Lors de cette phase de 20-30 min, la cellule « vérifie » que tout est en ordre avant la séparation des chromatides



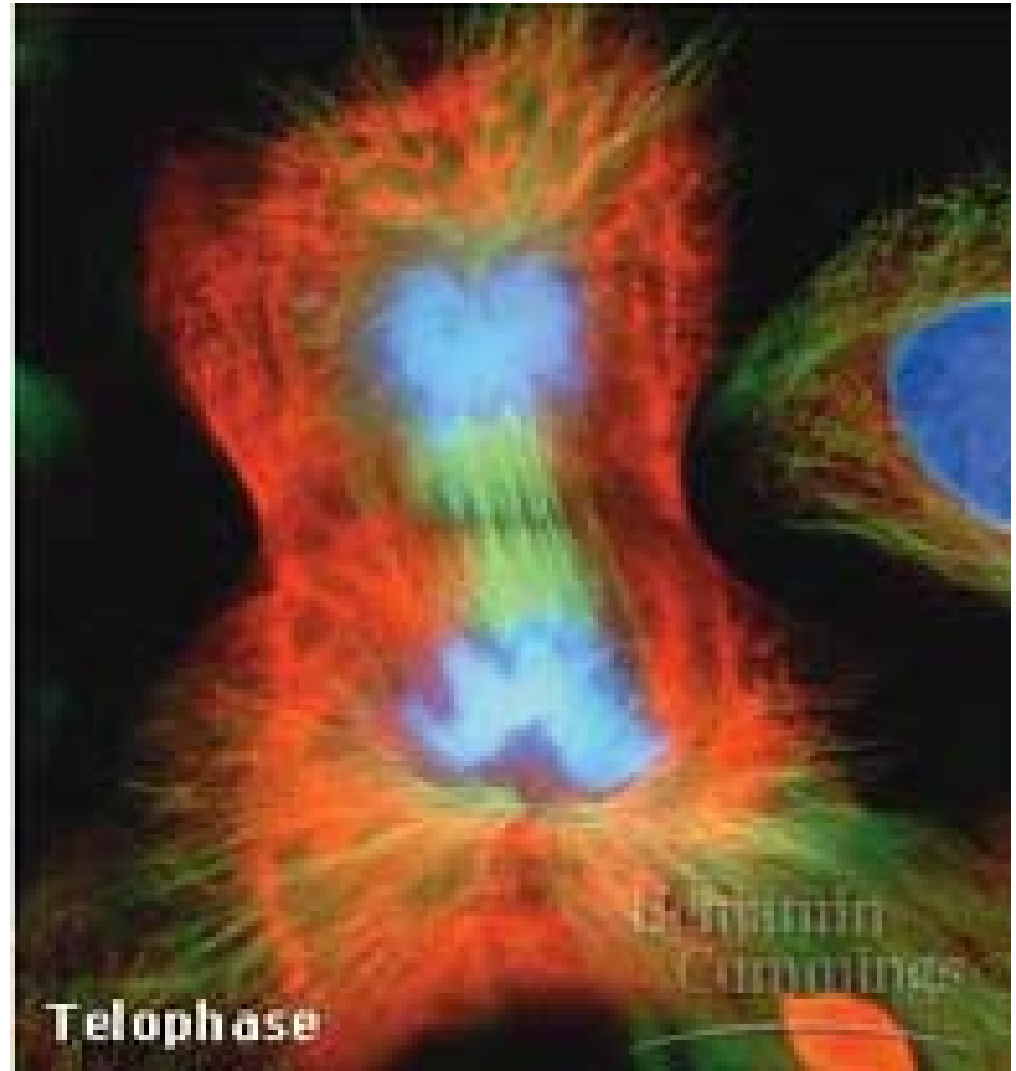
Anaphase

- ✓ Les centromère se clivent
- ✓ Les chromatides sœurs se séparent
- ✓ Les chromatides migrent vers les centrosomes
- ✓ Le matériel génétique est séparé en deux lots identiques

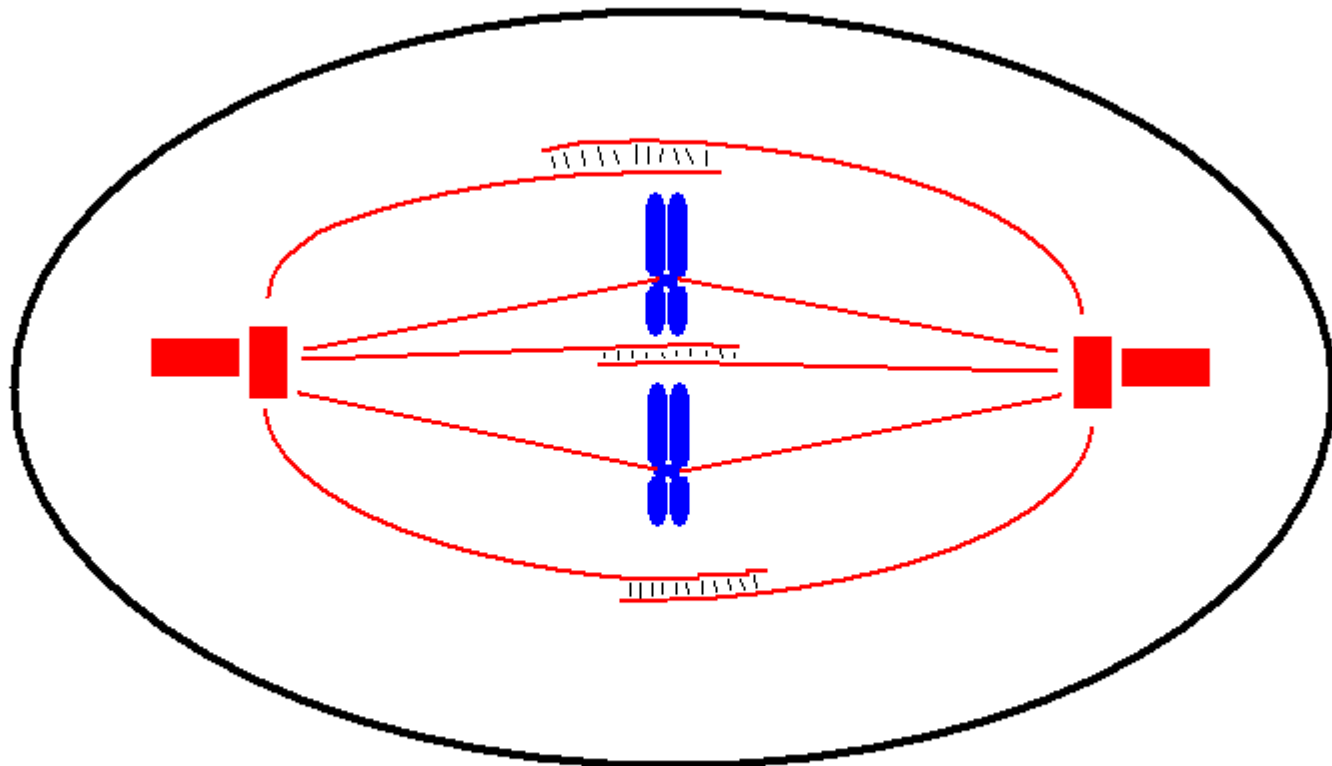


Télophase

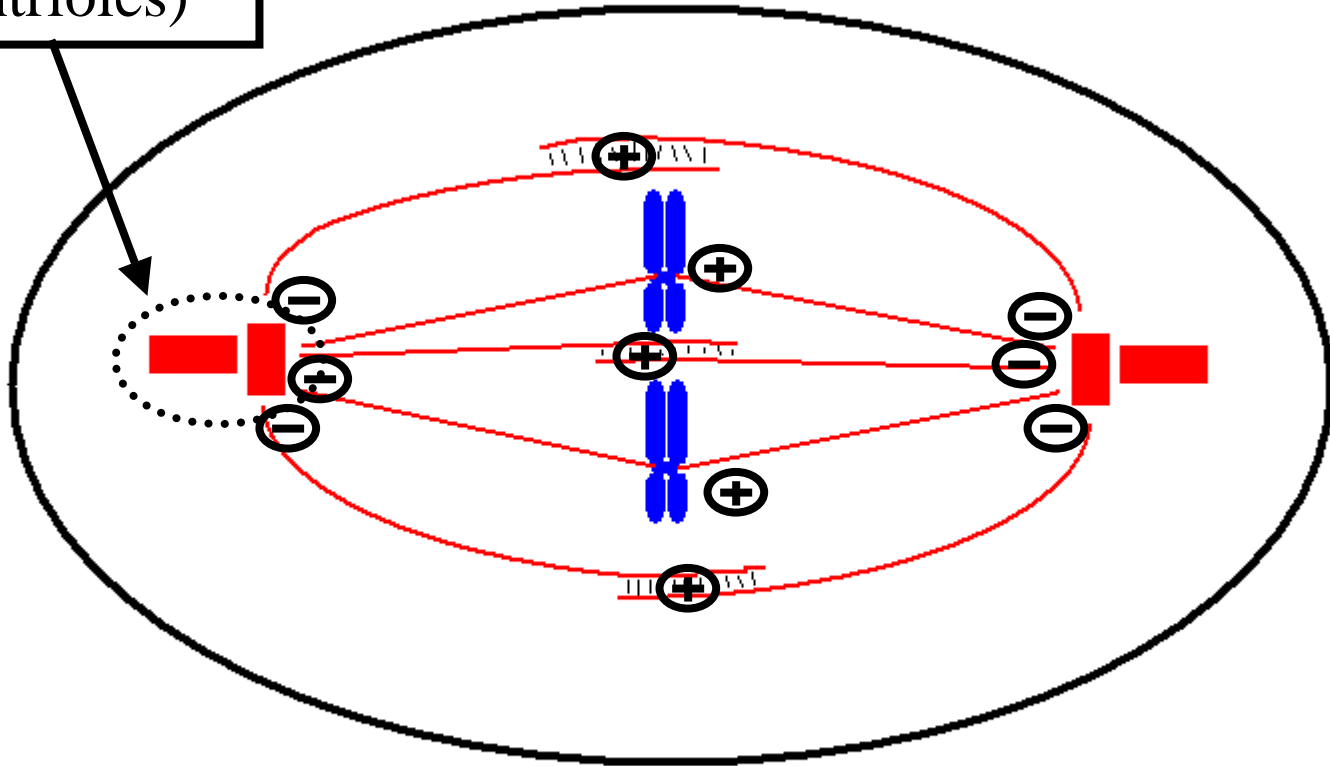
- ✓ L'ADN retourne à un état de chromatine interphasique
 - ✓ Les microtubules kinétochoriens ont disparus
 - ✓ Les kinétochore commencent à se désassembler
- ✓ L'enveloppe nucléaire se reforme
- ✓ La mitose proprement dite est terminée

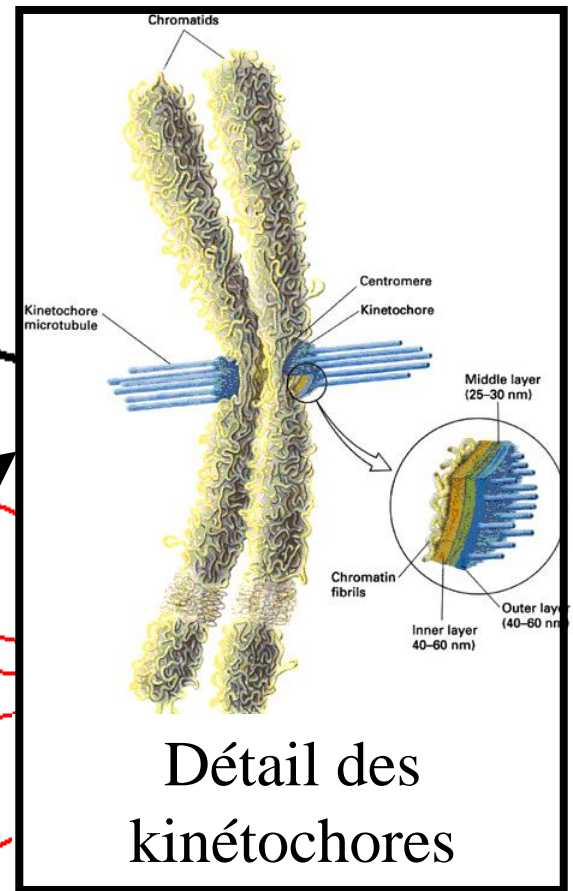
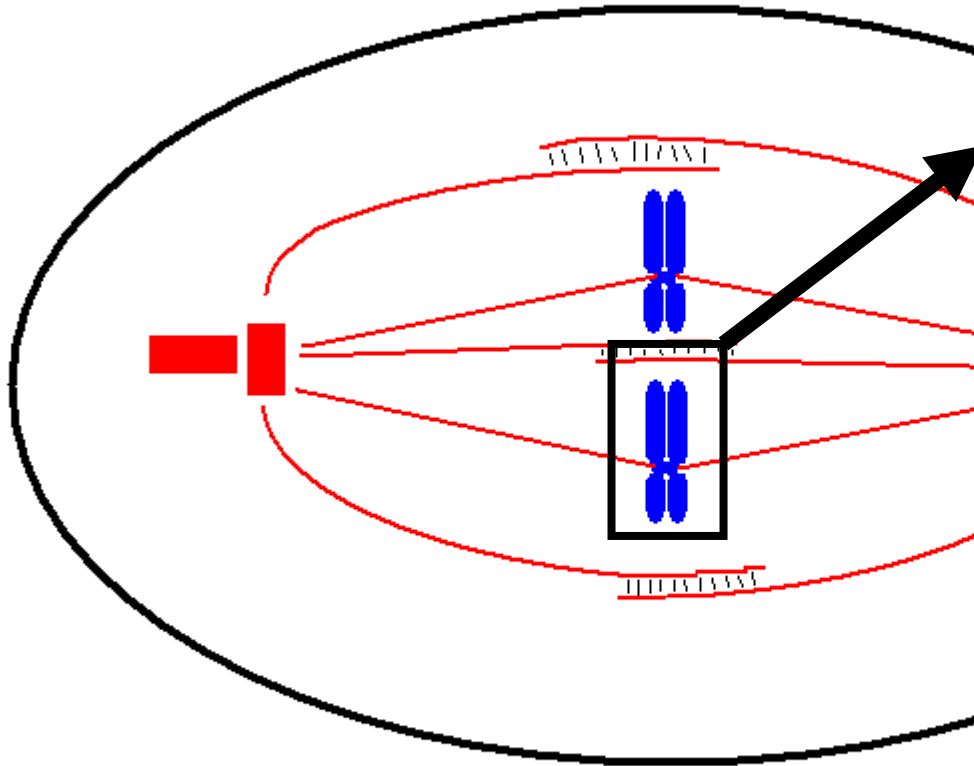


3. Le rôle du cytosquelette

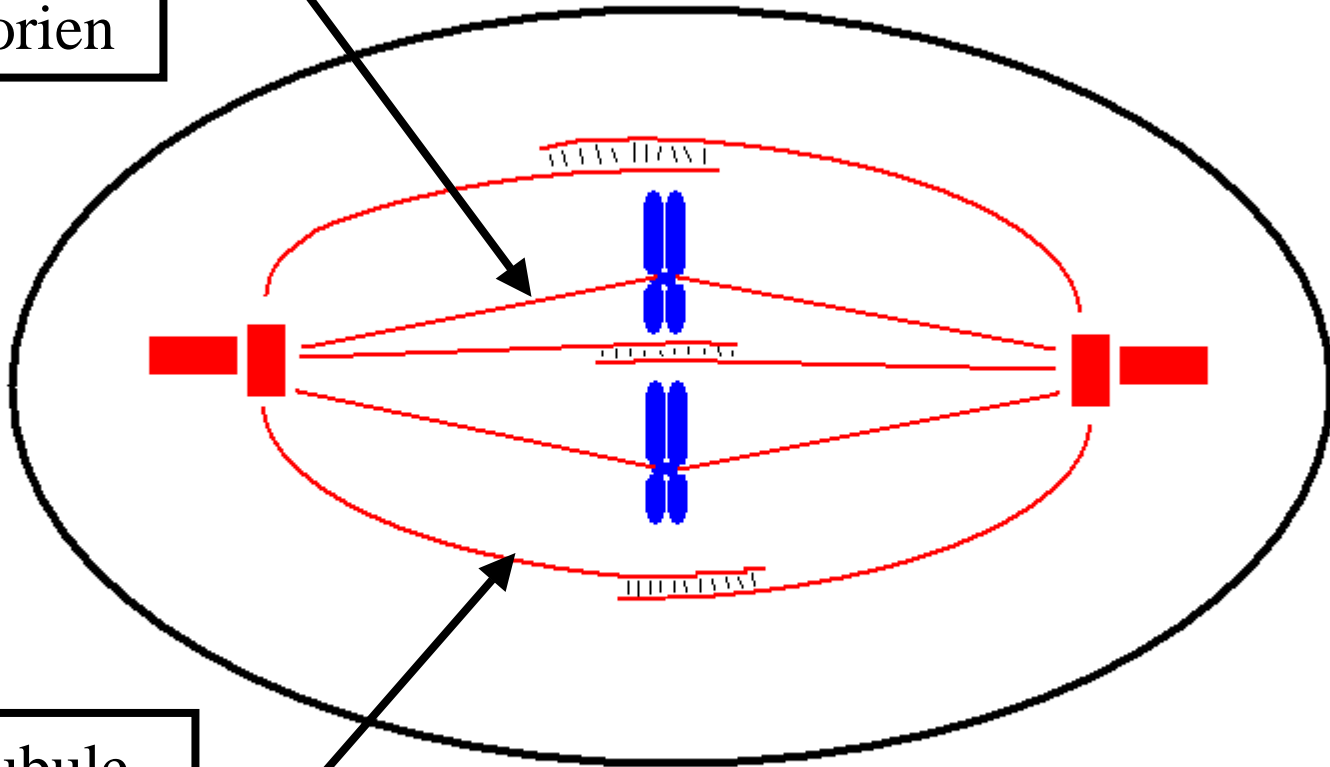


Centrosome
(2 centrioles)

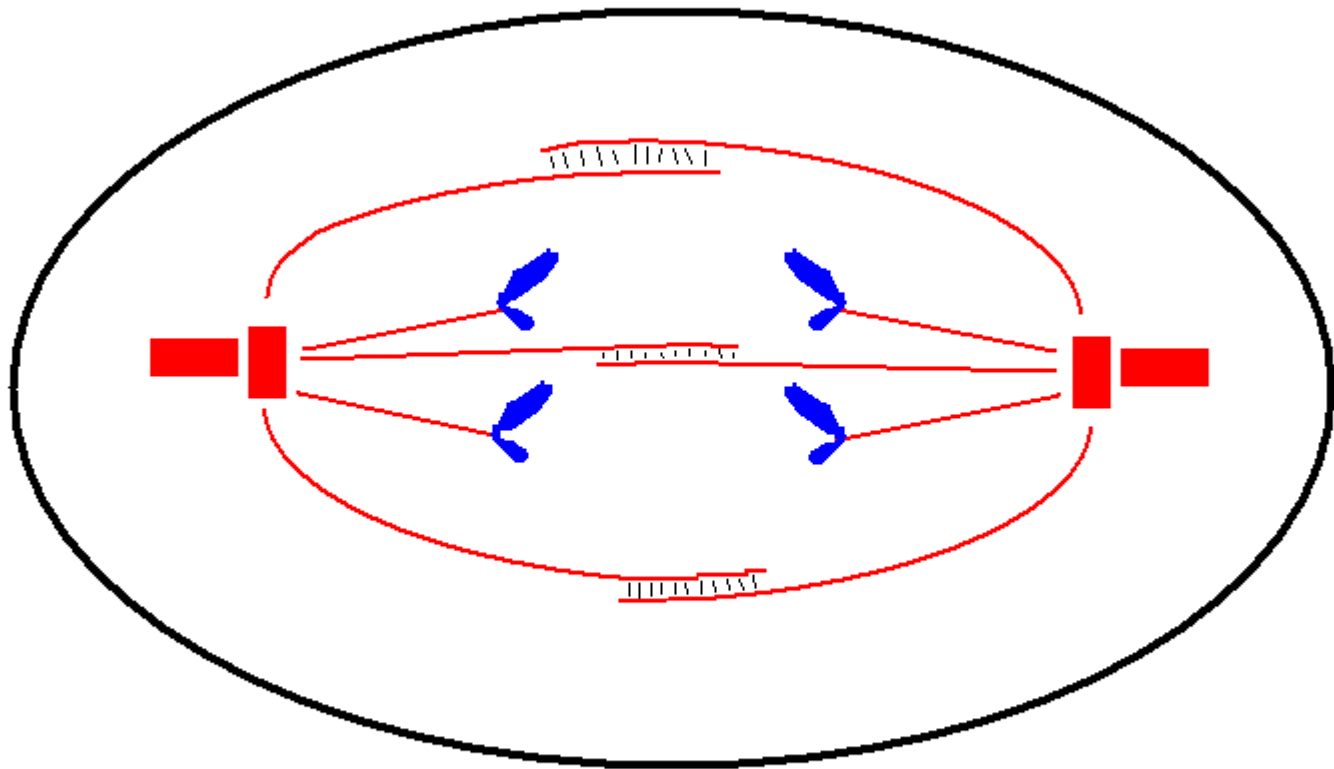


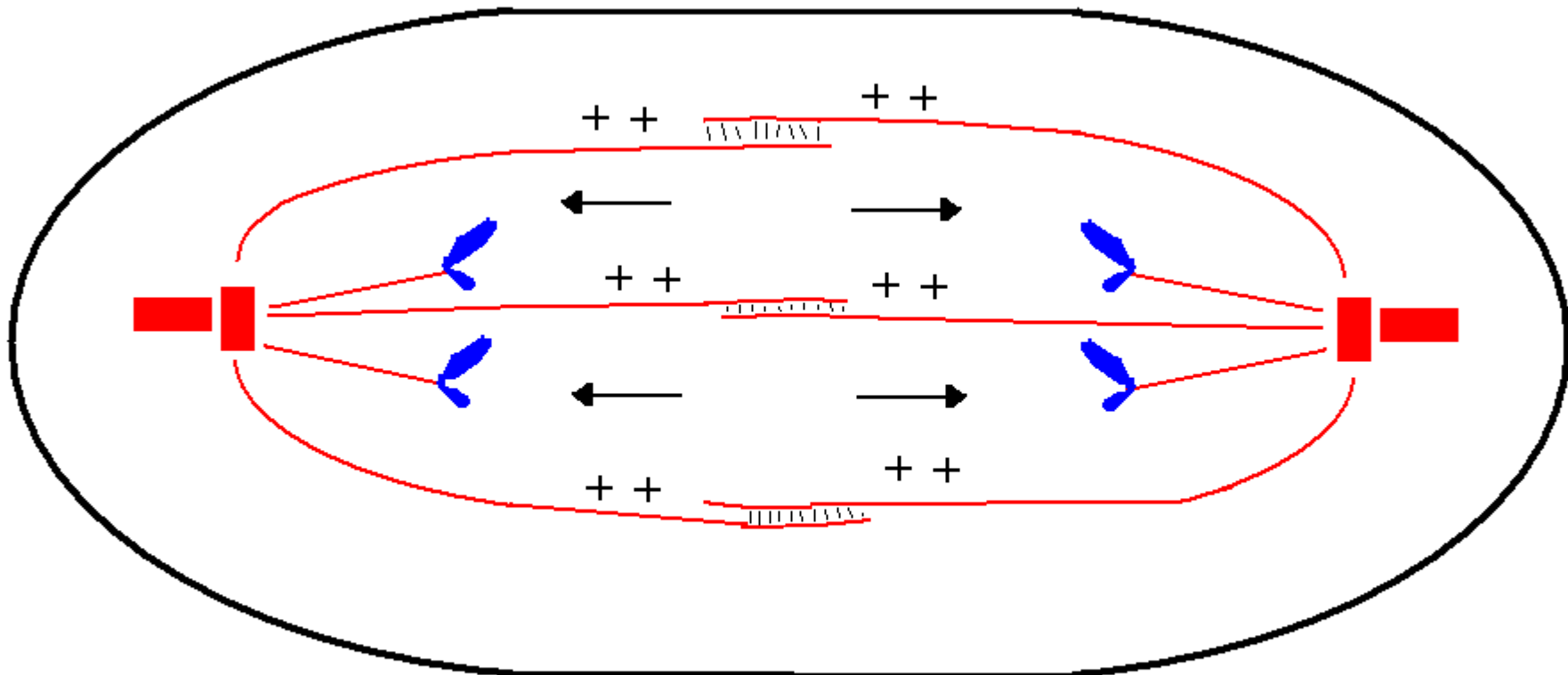


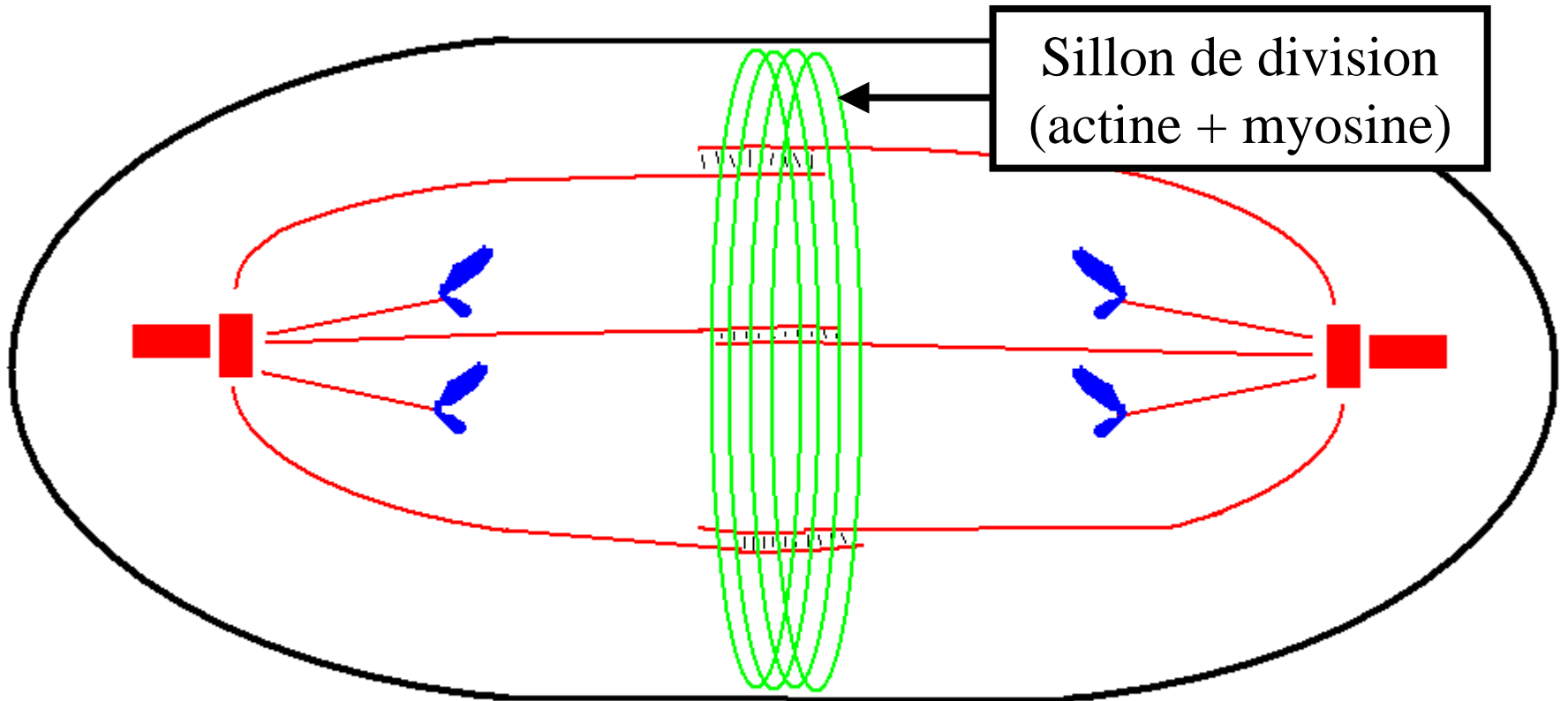
Microtubule
kinétochorien

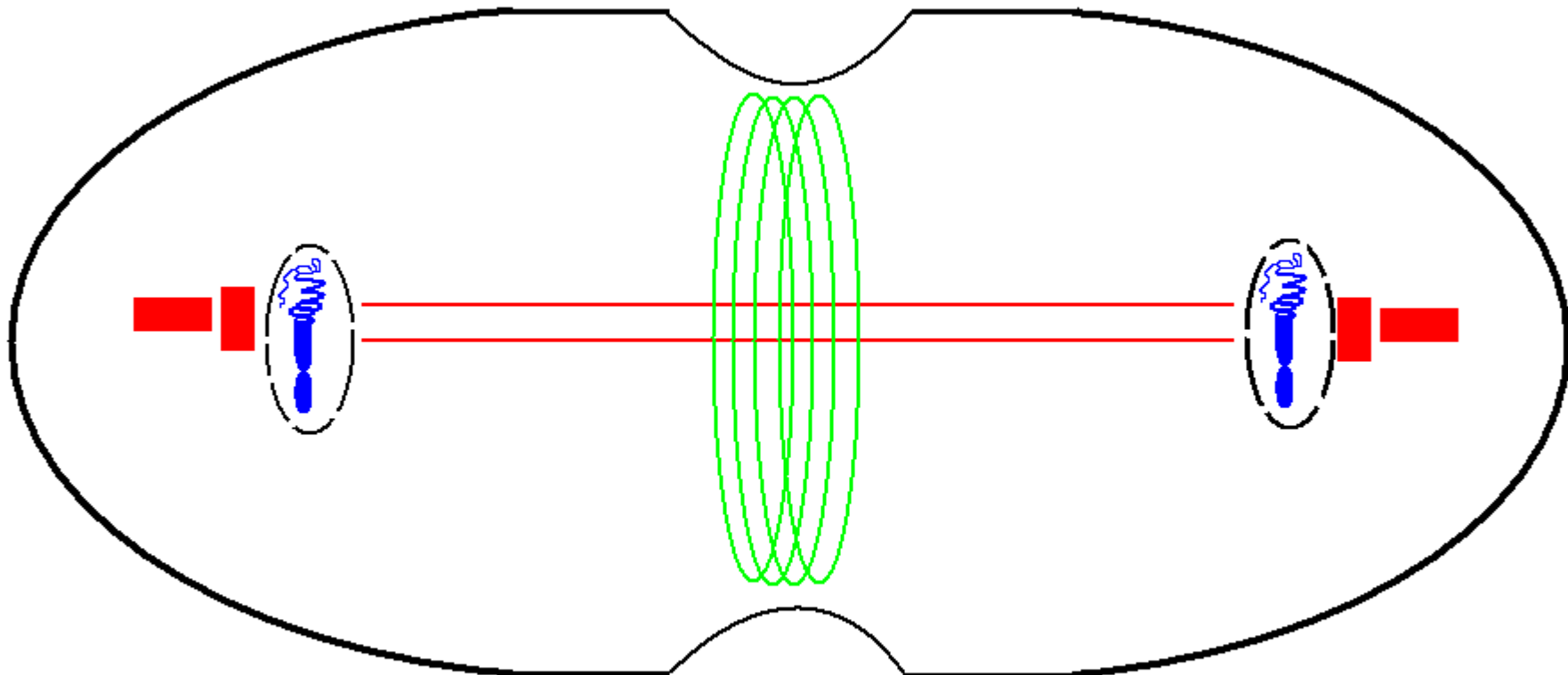


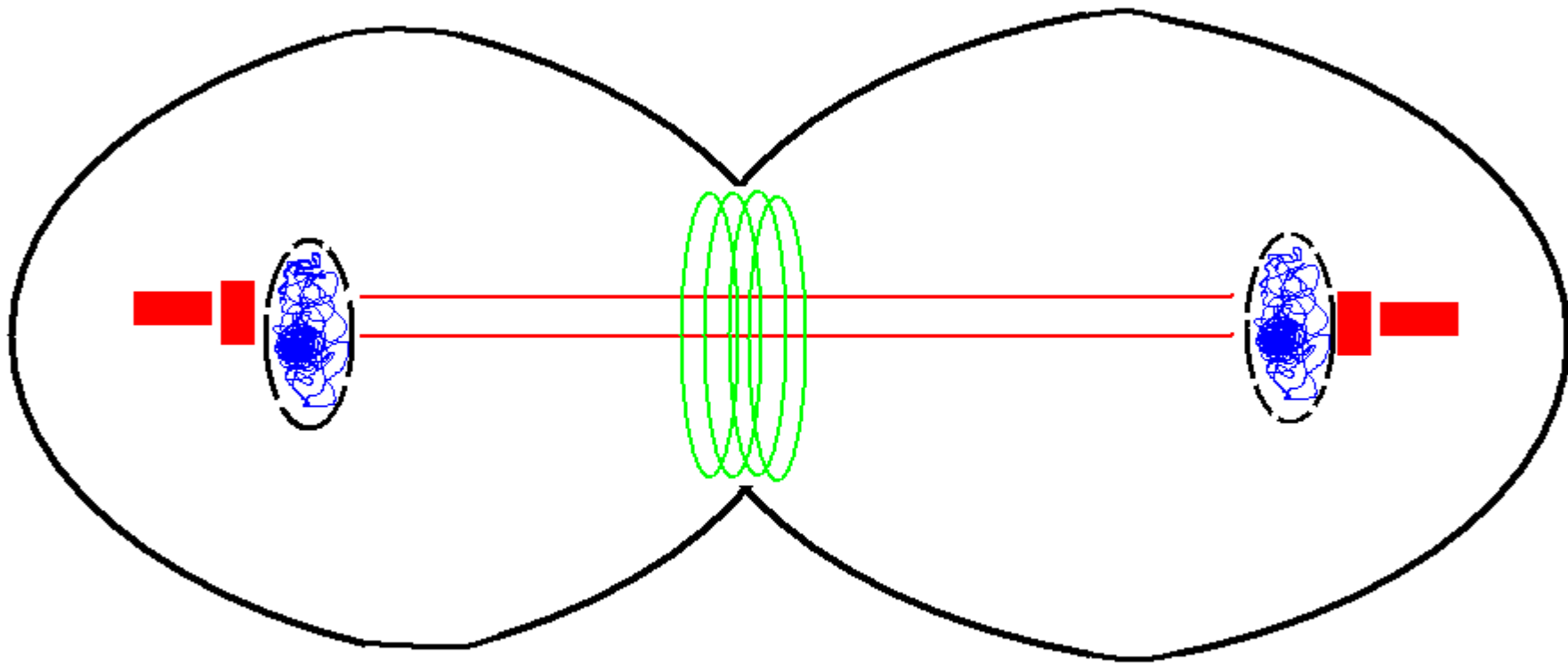
Microtubule
polaire



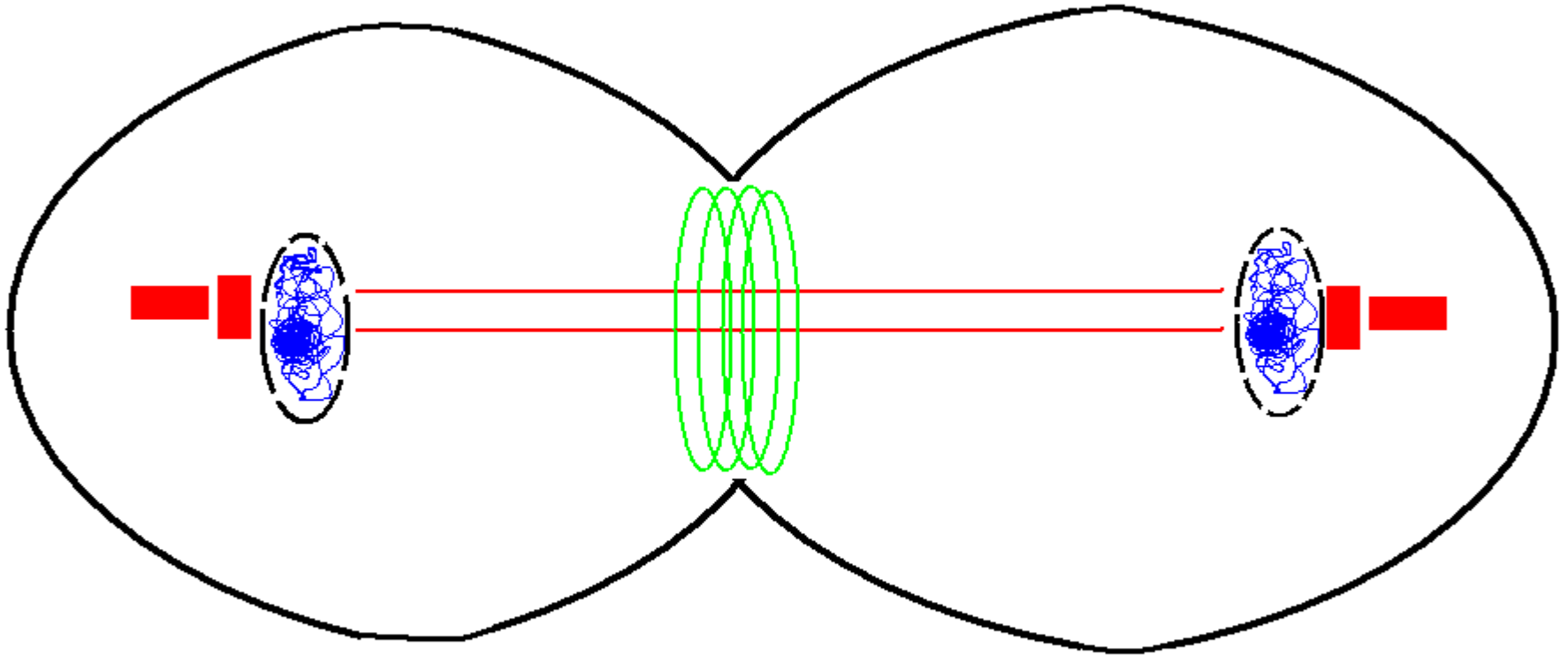


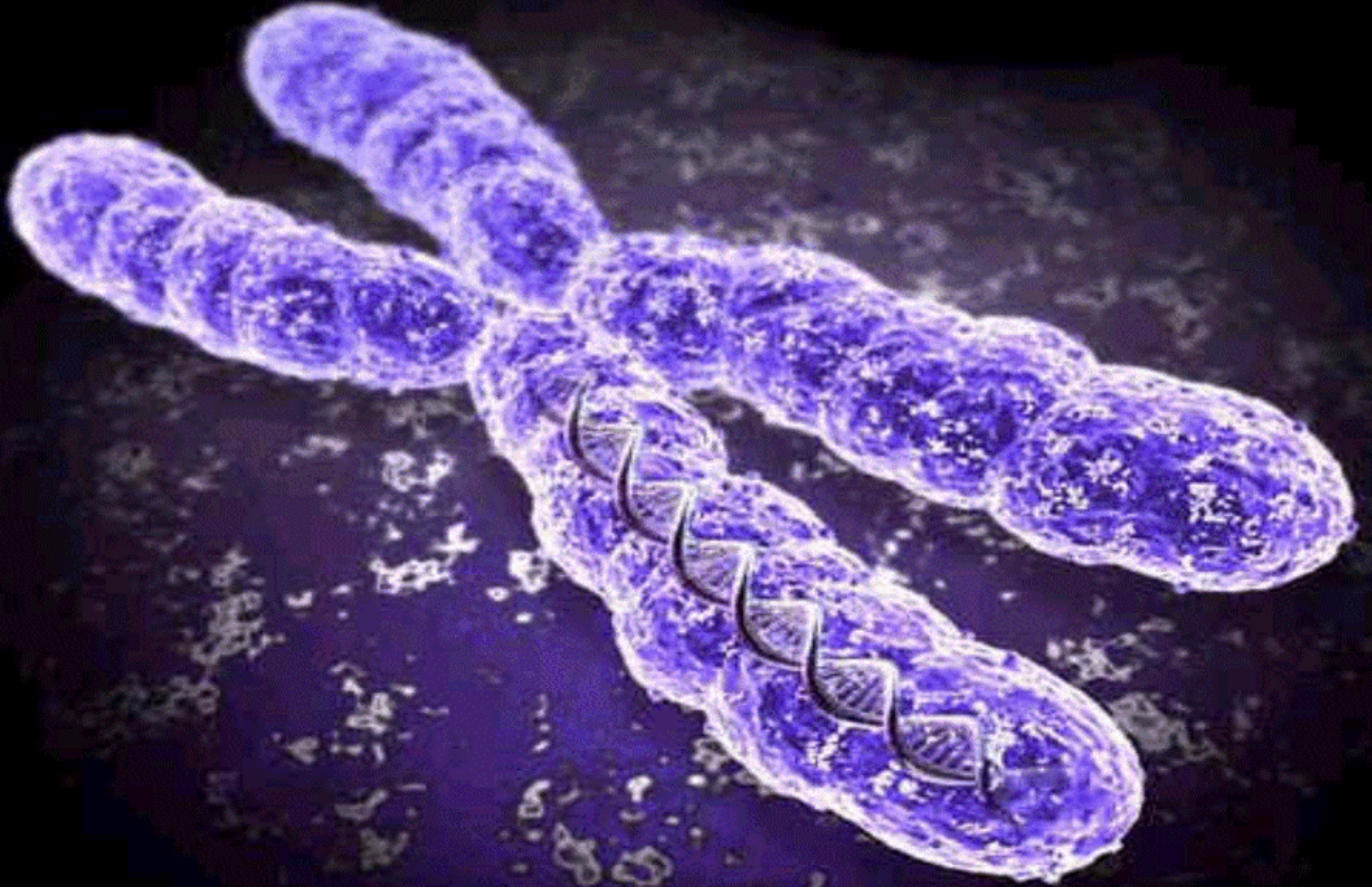






✓ NB: mitose et cytotdiérèse ne sont pas forcément couplées !!!





FIN