



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES TRONCS COMMUNS

Module : Biologie Cellulaire

Cours 5 : Cycle cellulaire et Mitose

1. Introduction

- La **capacité de se reproduire** est la caractéristique qui différencie le plus distinctement le **vivant** du **non vivant (mort)**
- Repose sur la **réplication de l'ADN** suivie de la **division cellulaire**

❖ Génération spontanée vs biogenèse

- **Génération spontanée** : genèse de la vie à partir de la matière **inerte (inanimée)** et d'un principe actif.
- **Théorie de la biogenèse** :
 - **Virchow (1855)** → Une cellule provient d'une autre cellule.
 - **Pasteur (1861)** va dans le sens de Virchow et démontre → ***La vie vient de la vie.***

➤ **2 types de division cellulaire contribuent à perpétuer la vie chez les eucaryotes**

1. MITOSE

Division d'1 cellule qui produit 2 cellules
génétiquement identiques →
2 clones

2. MÉIOSE

Double division d'1 cellule qui
produit 4 cellules génétiquement
réduites de moitié → **Gamètes**

1. Introduction

- **Cellules concernées par la mitose et la méiose**

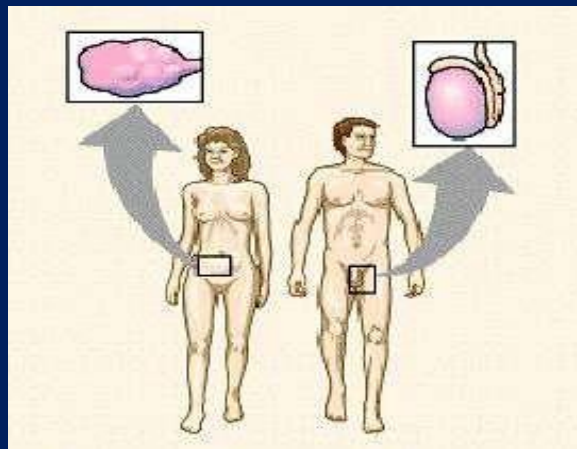
- ❖ **Quasi toutes les cellules du corps subissent la mitose**

- **Cellules somatiques** : cellules du corps en général comme les cellules épithéliales, rénales, musculaires, les neurones...
- **Cellules germinales** : cellules dans les gonades qui se multiplient activement par mitose : les ovogonies et les spermatogonies

- ❖ **Les ovocytes et les spermatozytes subissent la méiose**

- Les **ovogonies** dans les **ovaires** fœtaux (mitose) → **ovocytes primaires** (méiose)

Ovules (gamètes)
Cellules reproductrices



- Les **spermatogonies** dans les **testicules** (mitose) → **spermatozytes primaires** (méiose)

Spermatozoides (gamètes)
Cellules reproductrices

1. Introduction

❖ La mitose fait partie du cycle cellulaire

- Cycle cellulaire** : vie d'une cellule, depuis sa naissance jusqu'à ce qu'elle se divise en 2 cellules filles. Chaque cellule fille entre dans un nouveau cycle... et ainsi de suite...
- La **notion de cycle** ne s'applique pas à la méiose car les gamètes ne se re divisent jamais. Ils sont fécondés ou meurent

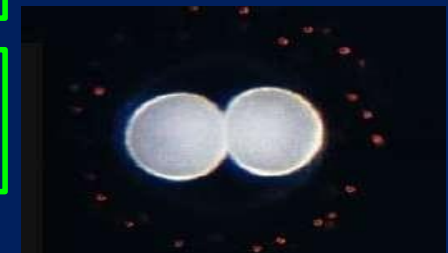
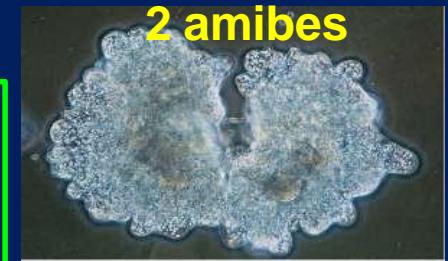
❖ La mitose joue des rôles importants

1- Reproduction **asexuée** des organismes unicellulaires (amibe) et pluricellulaires (plantes produites à partir de boutures, étoile de mer à partir de fragments)

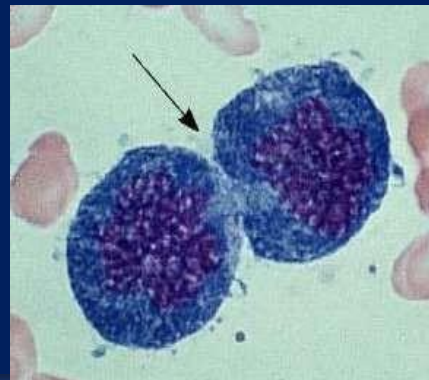
2- Développement embryonnaire des organismes à reproduction **sexuée** à partir de l'œuf fécondé ou zygote

3- Renouvellement des cellules usées

4- Réparation des tissus lésés



Développement de l'embryon à partir de son zygote



Cellules de la moelle osseuse se divisent et donnent d'autres cellules sanguines

2. Le matériel génétique

❖ L'état physique du matériel génétique varie au cours de la vie d'une cellule

CHROMATINE Durant la période qui précède la division (interphase). Etat filamenteux

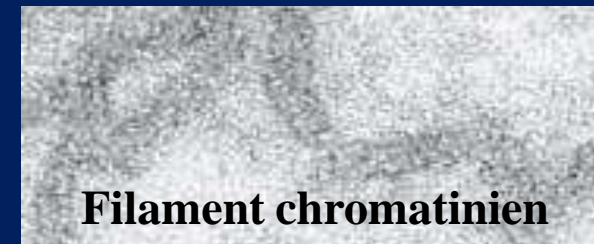
Euchromatine

Forme la moins compacte de l'ADN (plus claire)
transcription et réplication



Hétérochromatine

Forme plus compacte de l'ADN (plus foncée). Moyen de rangement de l'ADN dans le noyau



CHROMOSOMES Durant la période de division (mitose mais aussi, méiose).

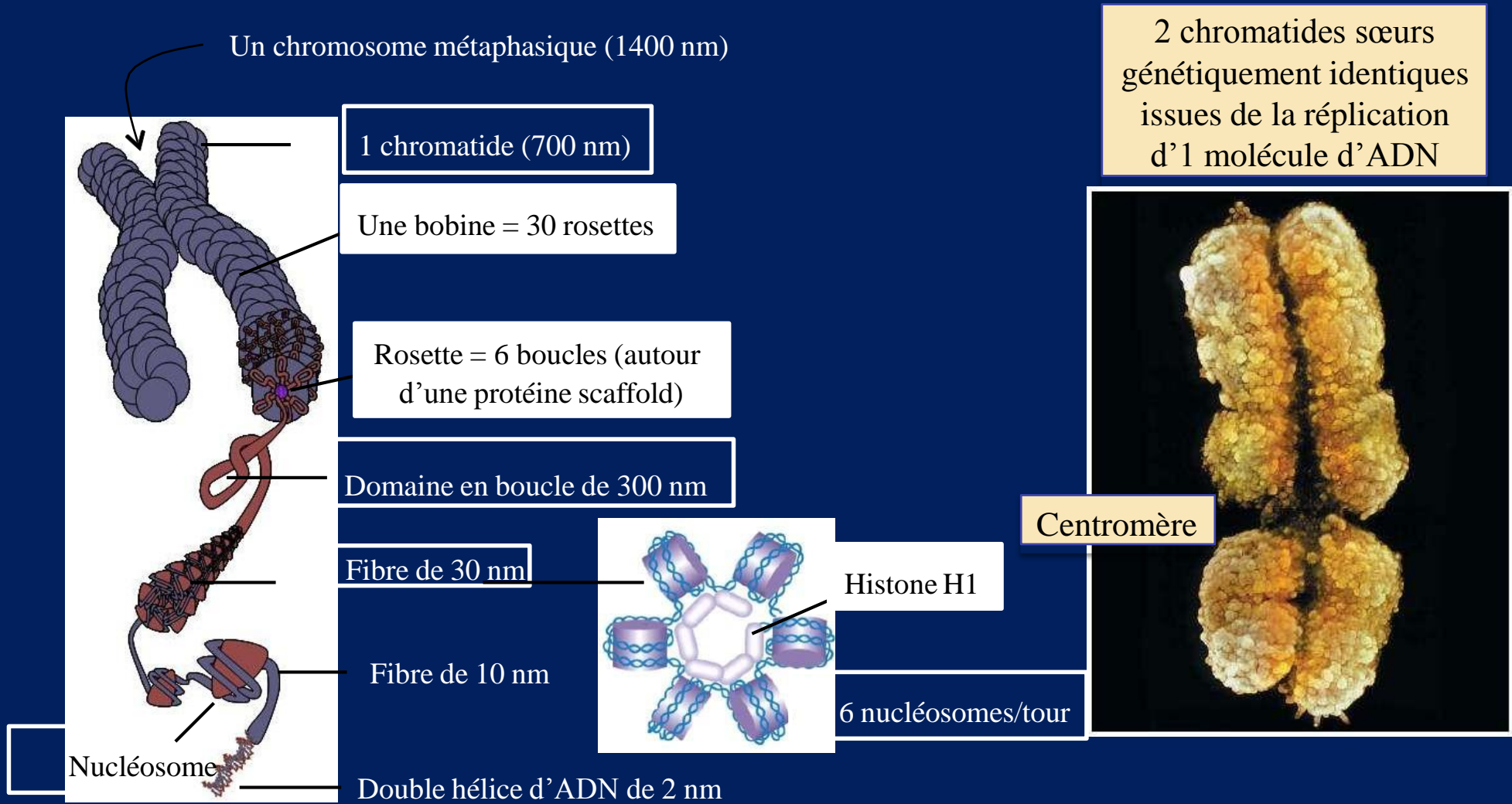
Compaction plus poussée des filaments
Aspect en petits bâtonnets
Processus de réplication pour une répartition équitable du matériel génétique



Chromosome métaphasique

3. Organisation et particularités du chromosome métaphasique

❖ La condensation du matériel génétique permet de loger environ 2,20 m d'ADN dans le noyau



4. Le cycle cellulaire des eucaryotes

Définition

- Vie d'une cellule depuis sa formation, par division d'une cellule mère jusqu'au moment où cette cellule finit de se diviser en 2 cellules filles.
- Englobe la période qui précède la division cellulaire : l'**interphase** et la division cellulaire elle-même : la **mitose** suivie de la **cytocinèse** (division du cytoplasme et de ses organites)

Durée du cycle cellulaire

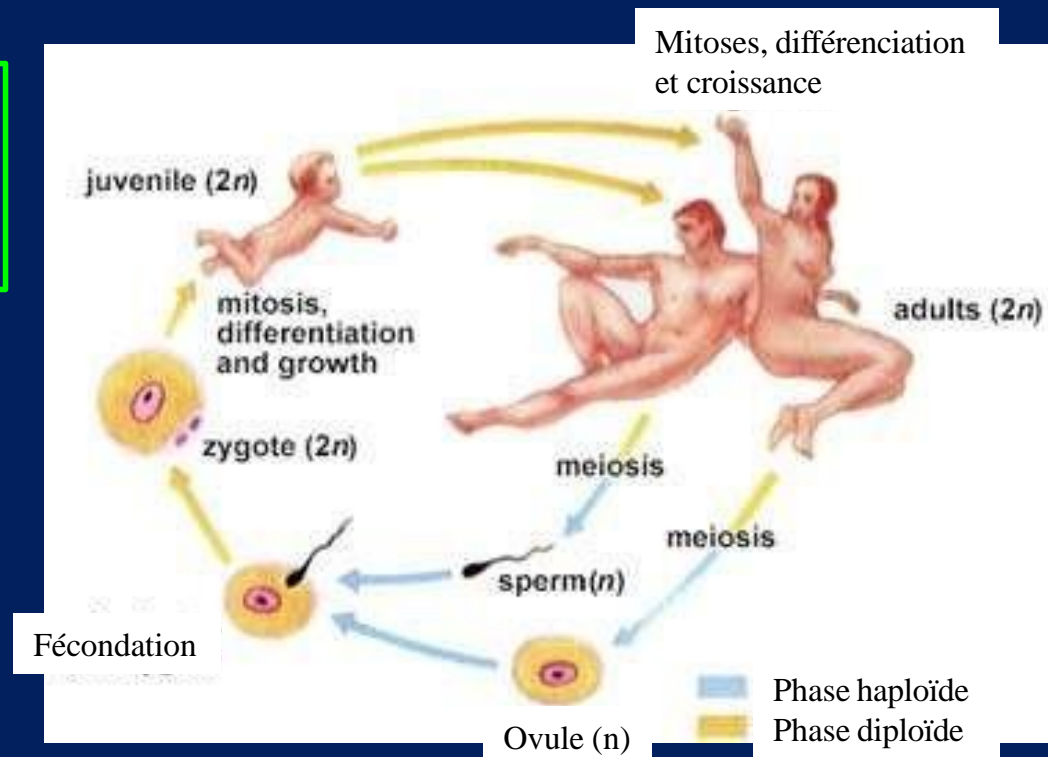
- La durée du cycle est semblable chez toutes les cellules d'un même type mais varie d'un type cellulaire à l'autre

Durée relative moyenne

90% pour l'interphase
10% pour la mitose et la cytocinèse

Durée absolue moyenne

Cellule animale : 18 à 24 h
Cellule végétale : 10 à 30 h



Cycle de vie de l'humain

4. Le cycle cellulaire des eucaryotes

Événements clés du cycle cellulaire

1. Phase G1

- Fonctionnement cellulaire
- Croissance par synthèse de protéines - Chromosomes simples non répliqués
- Début de répllication du centrosome et des centrioles

2. Phase S

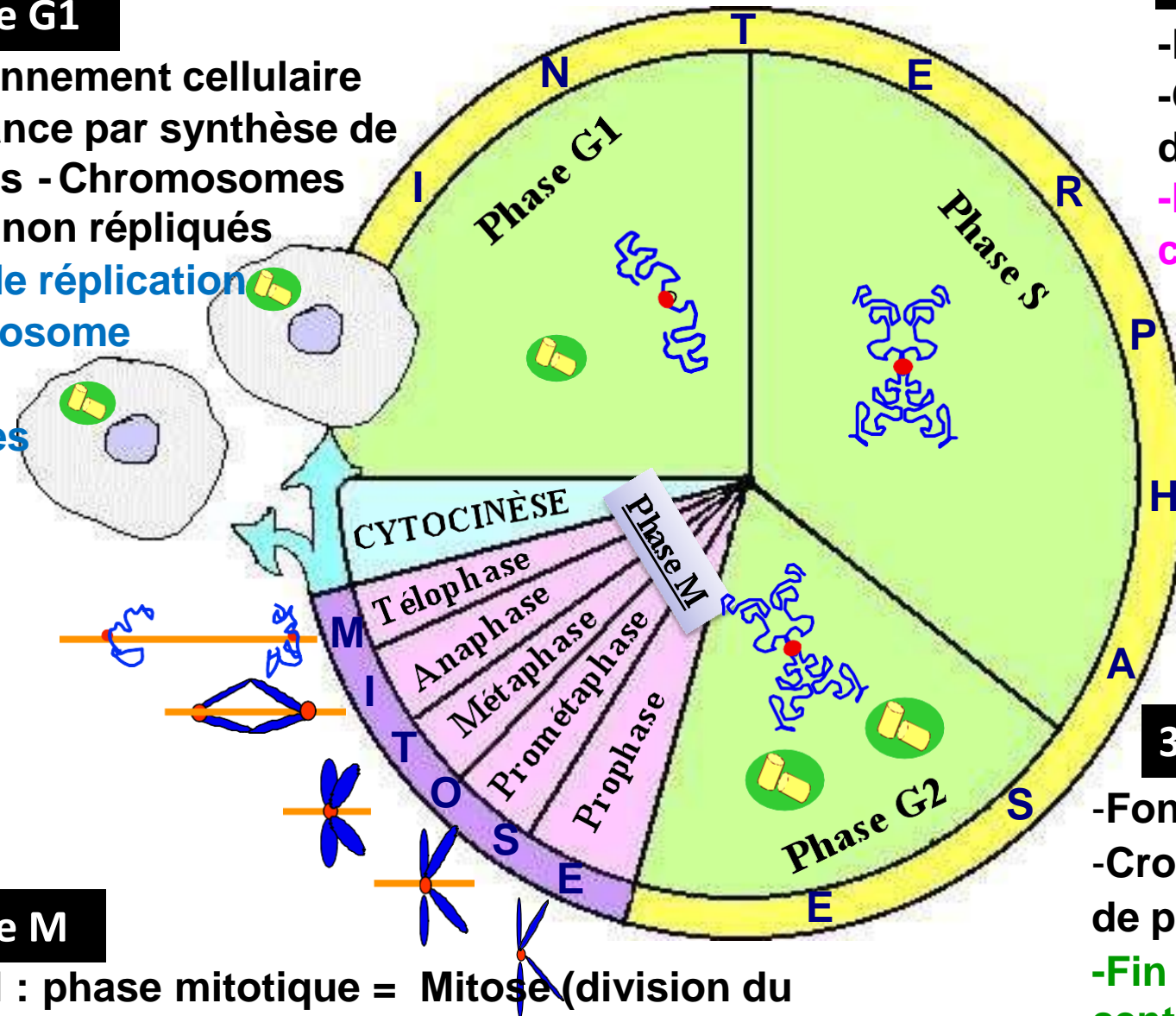
- Fonctionnement cellulaire
- Croissance par synthèse de protéines
- Réplication de l'ADN : chromosomes doubles

3. Phase G2

- Fonctionnement cellulaire
- Croissance par synthèse de protéines.
- Fin de répllication du centrosome et des centrioles

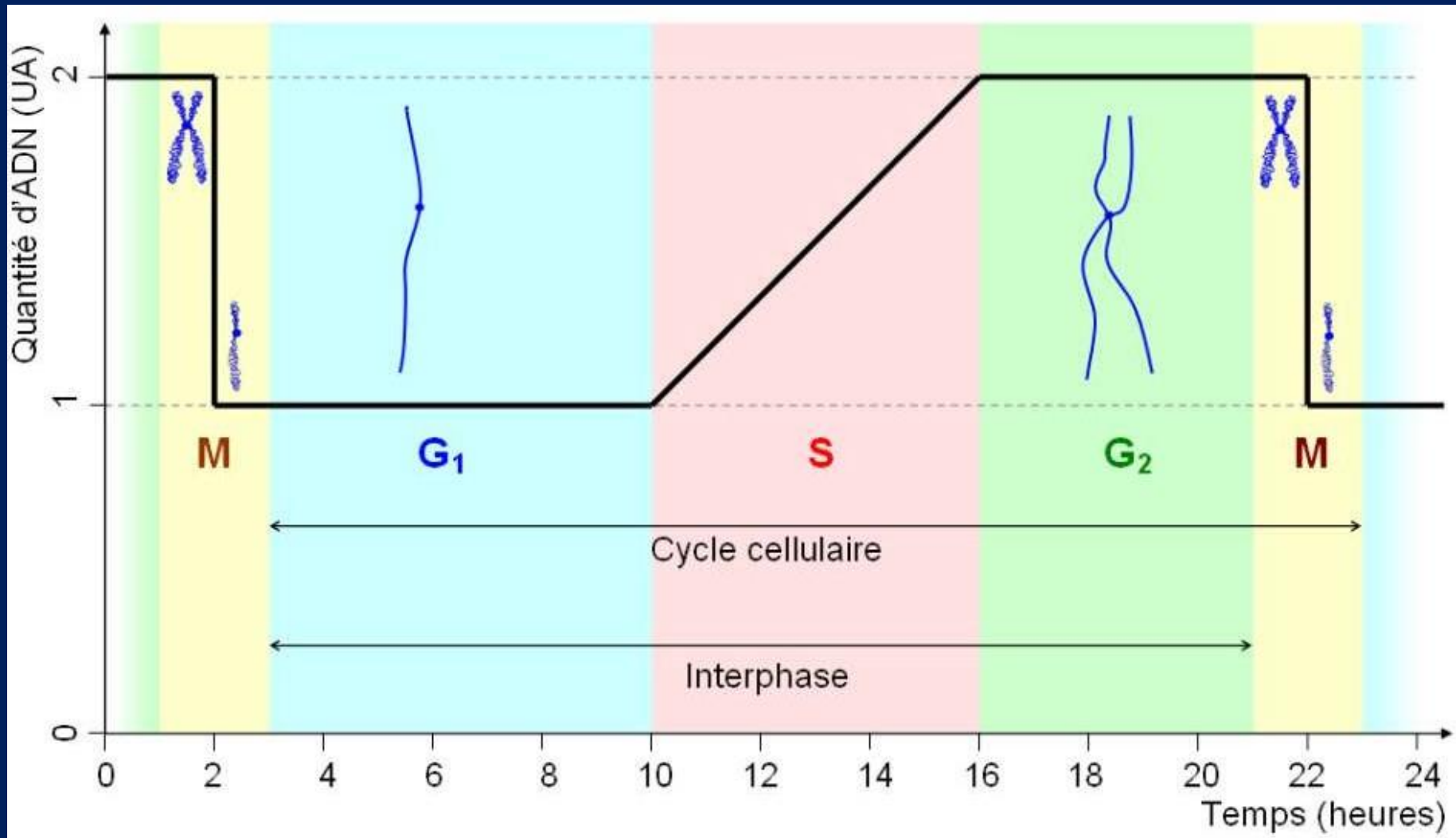
4. Phase M

Phase M : phase mitotique = Mitose (division du noyau) + cytokinèse (division du cytoplasme)



4. Le cycle cellulaire des eucaryotes

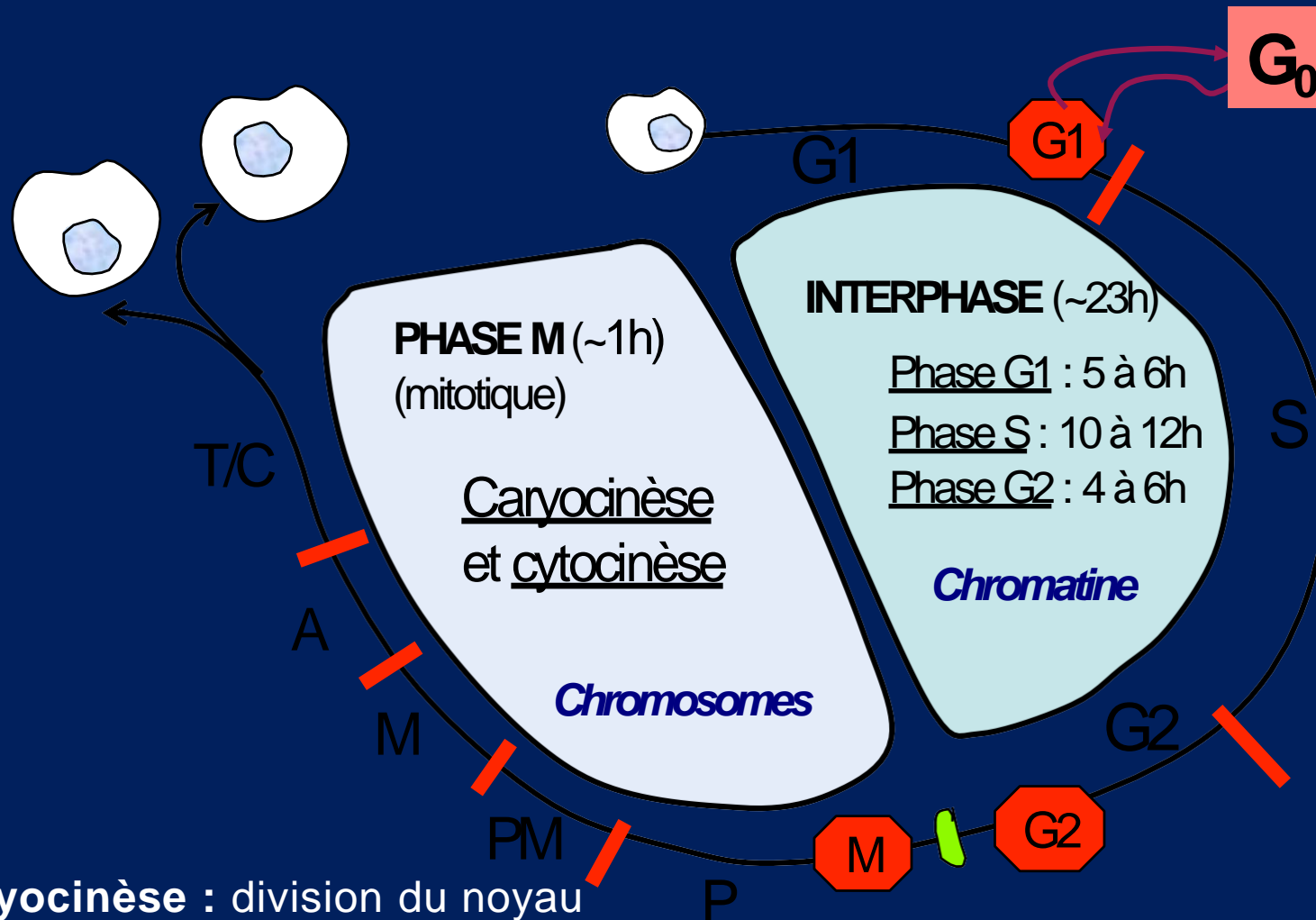
Évolution de la quantité d'ADN durant le cycle cellulaire



4. Le cycle cellulaire des eucaryotes

❖ Les 3 points de contrôle du cycle cellulaire

- Aux points de contrôle (G1, G2 et M), le génome est vérifié et réparé au besoin avant l'étape suivante. Si le dommage est trop grand, la cellule se suicide (**apoptose**)



- Au point de contrôle G1, une cellule peut quitter le cycle et entrer dans un état de repos appelé phase G₀. La majorité des cellules humaines se trouvent en phase G₀. Ces cellules peuvent réintégrer le cycle cellulaire sous l'effet de facteurs de croissance à la suite d'une lésion

Caryocinèse : division du noyau
Cytocinèse : division du cytoplasme

4. Le cycle cellulaire des eucaryotes

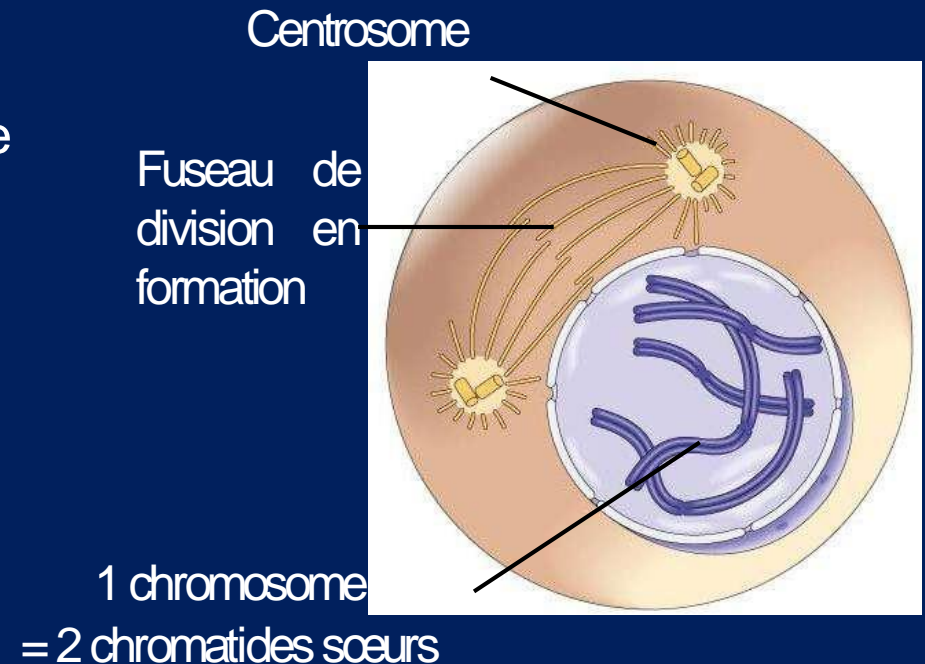
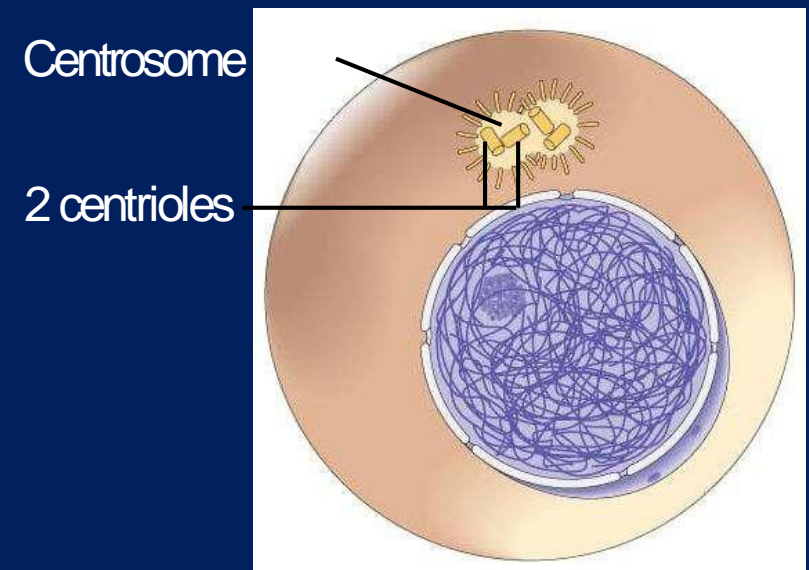
1. Fin de l'interphase (phase G2)

- ✓ Centrosome, centrioles et ADN répliqués
- ✓ Matériel génétique sous forme de chromatine
- ✓ Enveloppe nucléaire et nucléole présents

2. Mitose

2.1. Prophase

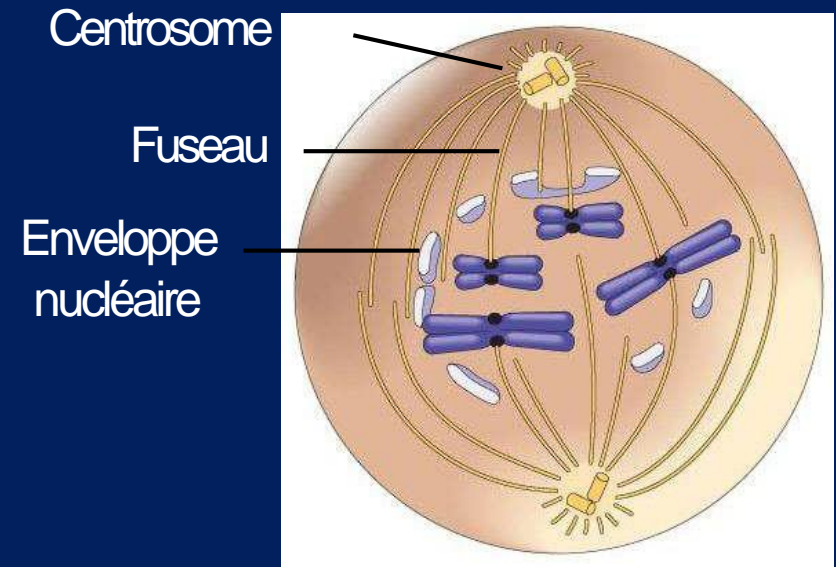
- ✓ La condensation de la chromatine s'amorce
- ✓ Le nucléole se dissout
- ✓ Le fuseau de division se forme entre les centrosomes qui s'éloignent aux pôles



5. Mitose d'une cellule animale à 4 chromosomes

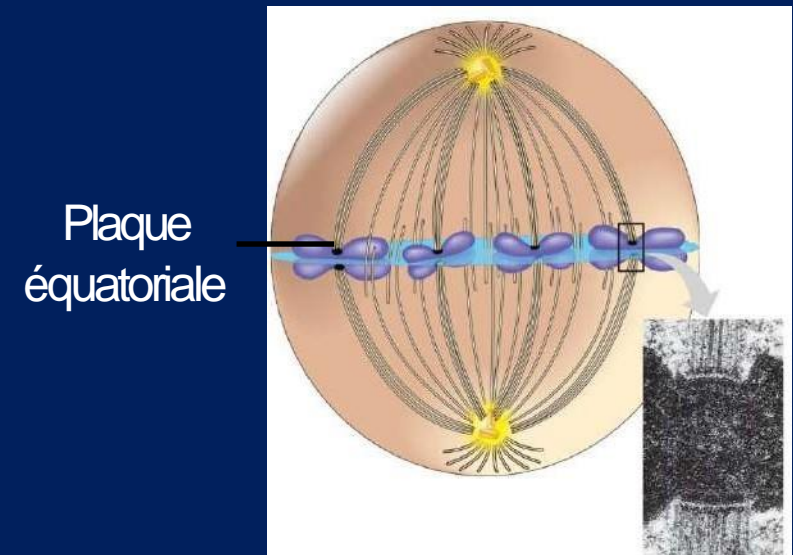
2.2. Prométaphase

- ✓ La condensation de la chromatine se poursuit
- ✓ L'enveloppe nucléaire se dissocie en vésicules
- ✓ Les fibres du fuseau envahissent le noyau



2.3. Métaphase

- ✓ Le fuseau de division est complètement formé
- ✓ Les chromosomes sont condensés au maximum
- ✓ Les fibres du fuseau alignent les chromosomes à la plaque équatoriale de la cellule

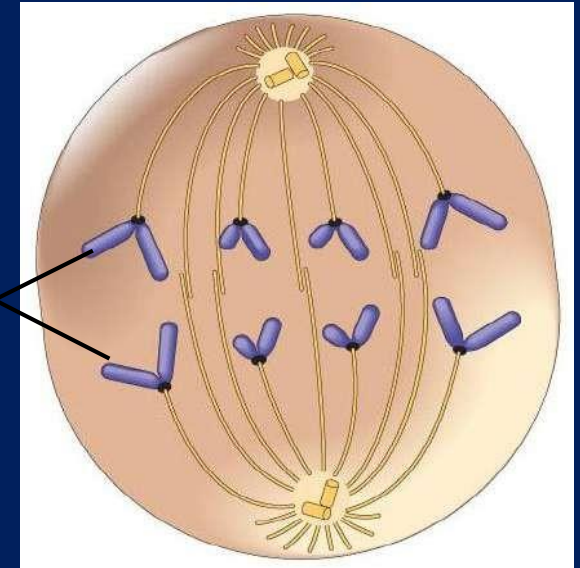


5. Mitose d'une cellule animale à 4 chromosomes

2.4. Anaphase

- ✓ Les chromatides sœurs se séparent au niveau des centromères et migrent chacune vers un pôle
- ✓ Allongement de la cellule
- ✓ Les chromosomes amorcent la décondensation

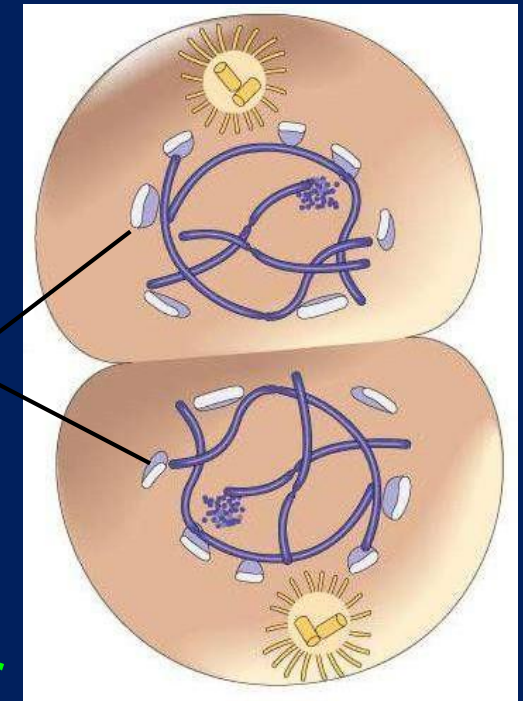
Migration des
2 chromatides



2.5. Télaphase

- ✓ Les noyaux se reforment
- ✓ L'enveloppe nucléaire se reconstitue
- ✓ Le nucléole réapparaît
- ✓ Les chromosomes reprennent l'état de chromatine

Chaque noyau contient
un génome identique
à celui qui se trouvait
dans le cellule mère



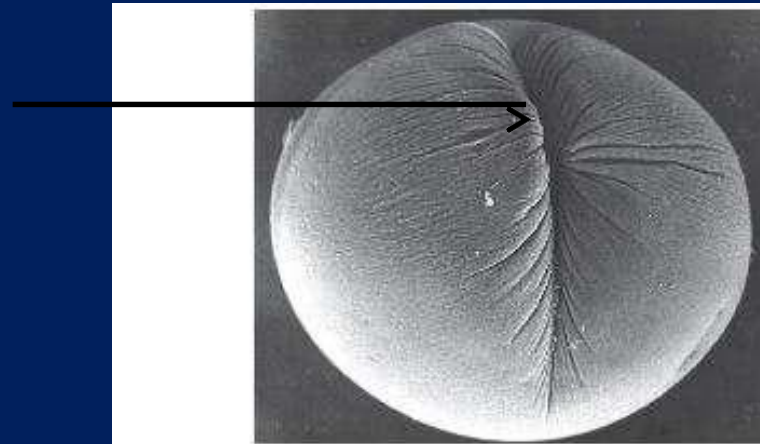
La mitose ou caryocinèse vient de se terminer

6. Cytocinèse d'une cellule animale

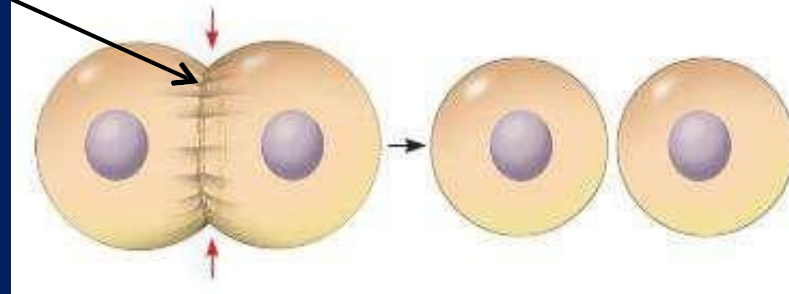
Cytocinèse

- ✓ Division du cytoplasme et de ses organites en 2 parties à peu près égales
- ✓ De l'extérieur de la cellule vers le centre
- ✓ Grâce à un anneau de microfilaments contractiles (actine et myosine) resserre la cellule et l'étrangle en 2 (processus de segmentation)

Sillon de division à l'équateur de la cellule



Anneau contractile de microfilaments



7. Particularités de la phase mitotique de la cellule végétale

Pas de centrioles dans la cellule végétale

- ✓ Les animaux ont 2 centrioles au cœur de leur centrosome contrairement aux végétaux.
- ✓ Les cellules végétales ont tout de même un fuseau de division élaboré par leurs centrosomes.

Fuseau



La cytokinèse végétale est différente

Sens de la cytokinèse :

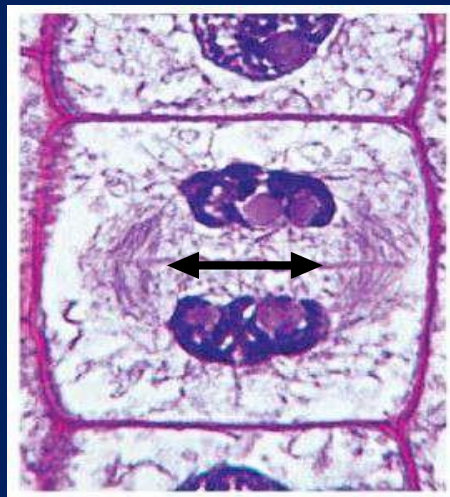
Extérieur vers l'intérieur = cellule animale

Intérieur vers l'extérieur = cellule végétale

Processus de la cytokinèse :

Segmentation = cellule animale

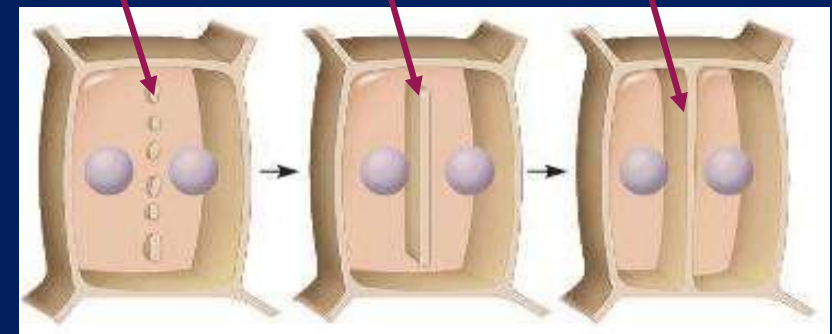
Formation d'une plaque cellulaire = cellule végétale



Vésicules venant de
l'appareil de golgi

Plaque
cellulaire

Nouvelle paroi

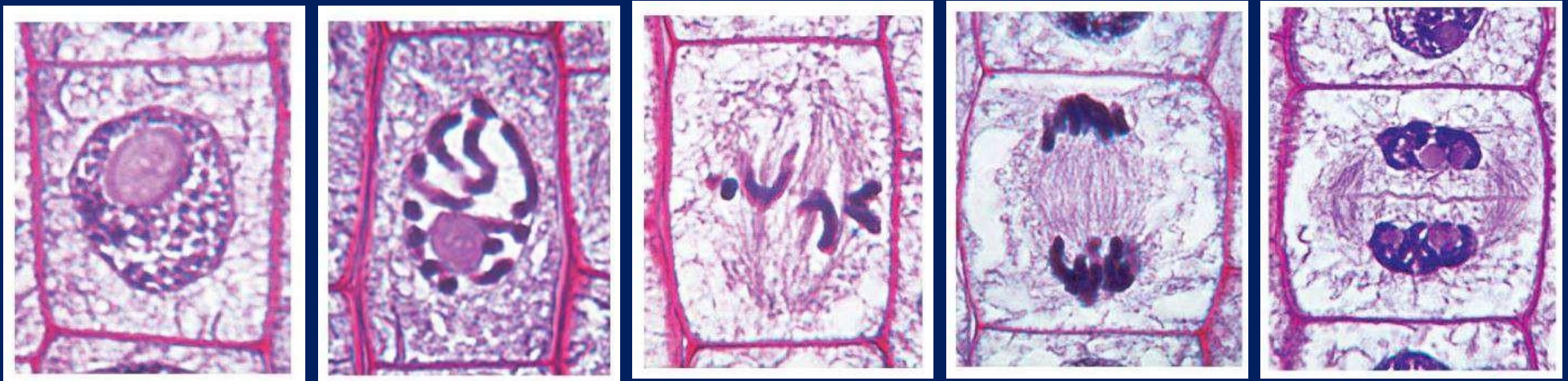


8. Cycle cellulaire d'une cellule animale vs cellule végétale

Œuf de poisson



Racine d'oignon (*Allium cepa*)

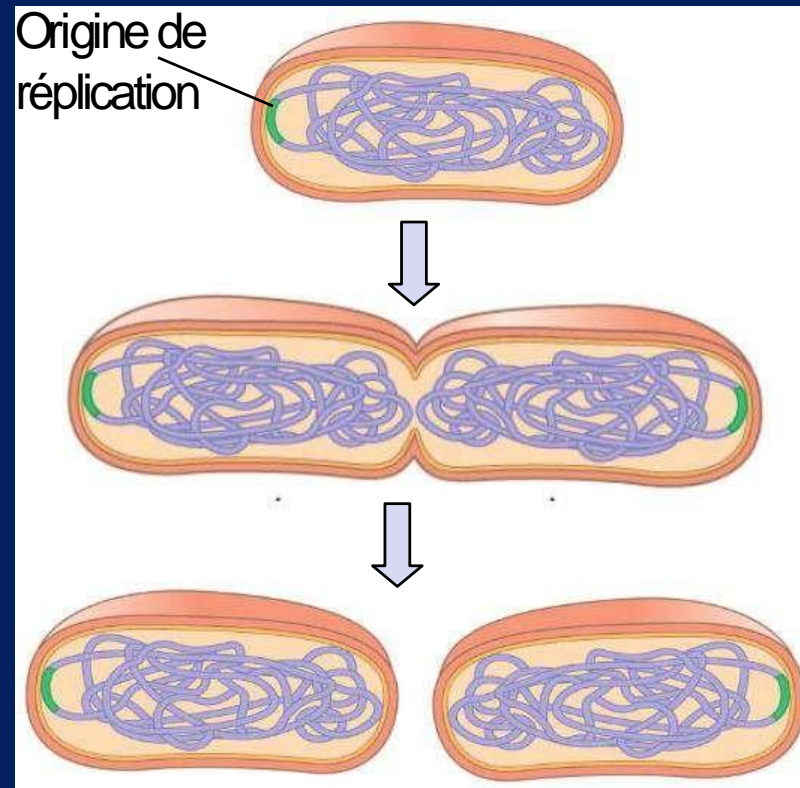


9. Scissiparité des procaryotes

La scissiparité est l'équivalent de la mitose chez les procaryotes

- ✓ L'unique chromosome se réplique.
- ✓ Les 2 chromosomes s'attachent, chacun, à un pôle bactérien. La bactérie s'allonge et se divise en 2.
- ✓ Les bactéries filles sont des clones.

En conditions idéales (espace, température, nourriture), une bactérie se divise toutes les 20 mn.



10. Un mécanisme de régulation gouverne le cycle cellulaire

La division doit se produire au moment opportun et à un rythme approprié

- ✓ Les cellules épithéliales (peau, muqueuse intestinale) se divisent fréquemment
- ✓ Les cellules du foie se divisent environ une fois par année (sauf si une lésion exige une réparation → se diviser tous les jours)
- ✓ Les neurones, les cellules musculaires et les globules rouges ne se divisent pas lorsqu'ils sont matures

Les cellules tumorales n'obéissent pas aux mécanismes de régulation

Tumeur bénigne : masse de cellules prolifératives encapsulée de tissu qui se développe lentement

Tumeur maligne : masse de cellules prolifératives non encapsulée de tissu qui se développe rapidement avec production de métastases

Tumeur
bénigne
de 7 Kg

