

## Modèle de mitose



Ce modèle révèle les 9 phases de la mitose sur une cellule typique de mammifère à un grossissement d'environ 10.000 fois. Grâce à lui, il est aisé de comprendre le processus de la division cellulaire.

Ce modèle s'adapte pour les lycéens et pour les classes supérieures. Il est possible de ne voir que les phases principales de la mitose pour expliquer les bases (Prophase, Métaphase, Anaphase et Télaphase) ou bien de voir plus en détails ce processus (avec la prométhaphase, l'anaphase A et B,.....).

### Le principe de la mitose :

La mitose est le type de reproduction cellulaire le plus répandu, elle désigne les différents événements chromosomiques de la division cellulaire. La mitose est un processus vital pour la croissance et la préservation des organismes vivants.

Lors de ce processus, il y a une cellule de départ appelée « cellule mère ». Cette cellule mère va se diviser jusqu'à donner deux cellules appelées « cellules filles ». Ces cellules filles sont identiques, elles ont le même ADN (= les gènes contenant l'information héréditaire) et le même nombre de chromosome.

Par exemple, dans le corps humain nous avons  $10^{15}$  à  $10^{16}$  cellules. Celles à croissance rapide (comme pour l'épithélium intestinal) vont se diviser toutes les 12 à 35H tandis que les cellules à croissance lente (comme pour les tendons) vont se diviser tous les 3 à 6 mois seulement.

Le cycle de la mitose comprend les phases suivantes :

- Interphase
- Prophase
- Prométaphase
- Métaphase
- Anaphase
- Télaphase
- Cytodiérèse

Cette notice revoit les bases de la mitose.

### 1. L'interphase :

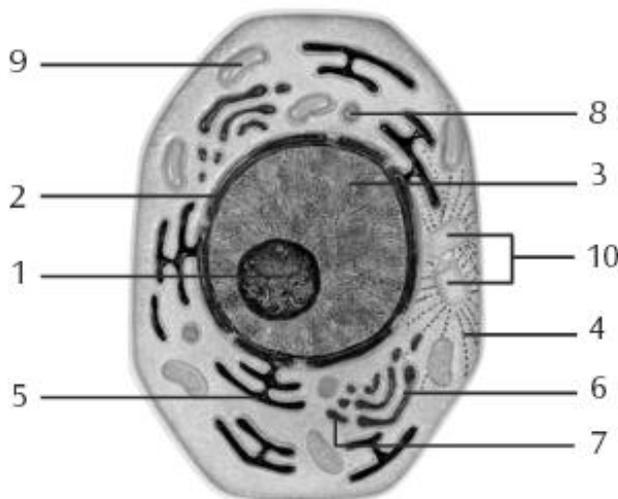
Chaque mitose est toujours précédée d'une interphase qui se caractérise par une augmentation du volume cellulaire. C'est pendant cette phase que l'ADN se réplique : la cellule transcrit ces gènes (= elle les recopie) et réplique les chromosomes qui se trouvent pour l'instant sous forme de filaments compacts qu'on appelle chromatine. La chromatine est la forme de l'ADN dans le noyau.

L'interphase peut être divisée en 3 phases :

Phase G1 (de présynthèse) : la cellule grandit jusqu'à atteindre sa taille finale tandis que la paire de centrioles se duplique (on passe de 2 centrioles à 4).

La cellule continue de jouer le rôle qu'elle doit jouer, cette étape sert à la préparer pour la mitose à venir.

Pour des cellules à croissance rapide, cette phase dure environ 3H.



- Le noyau comprend le nucléole (1) et la membrane nucléaire (2)
- L'ADN qui n'a pas encore sa forme en hélice (3).
- Les microtubules (4) vont permettre le déplacement polaire des chromosomes et participent au maintien de la forme cellulaire.
- Le réticulum endoplasmique (RE) (5) modifie les protéines, produit des macromolécules et transfère des composants vers l'appareil de Golgi via des vésicules attaché à sa membrane. Sa

- fonction principale est la production de protéines grâce aux ribosomes
- L'appareil de Golgi (6) est constitué d'un empilement de vésicules aplaties qui peuvent se gonfler : les vésicules de Golgi (7). Il sert d'intermédiaire entre le RE et la membrane plasmique, régulant le transport vésiculaire et modifiant certaines protéines après leur synthèse dans le RE. Sa fonction principale est d'assurer la production de lysosome (vésicule de digestion) (8). Le lysosome digèrent les composants cellulaires à l'intérieur de la cellule (exocytose) ou à l'extérieur (digestion intra cellulaire).
  - Les mitochondries (9) sont les organites qui produisent l'énergie nécessaire à la vie de la cellule.
  - Les centrioles (10) formeront avec les microtubules l'appareil mitotique. Chaque paire de centriole se déplace à un pôle de la cellule. Un réseau de microtubules se forme entre ces deux centrioles installés à chaque extrémité : le fuseau mitotique. Les chromosomes se déplacent grâce à ce réseau durant la métaphase et l'anaphase.

Phase S (de synthèse) : pendant cette phase de synthèse, le matériel chromosomique toujours sous forme de chromatine est doublé par duplication. Chacun des filaments de la chromatine se dédouble mais reste collé à un endroit (le centromère) formant ainsi une croix : le chromosome. Le chromosome est donc le résultat du « collage » de deux chromatines au niveau du centromère. Pour des cellules à croissance rapide, cette phase dure environ 8H.

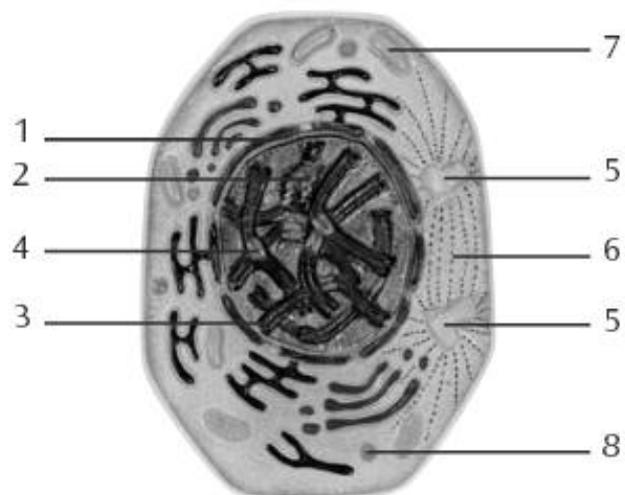
Phase G2 (de postsynthèse) : à ce moment là, les derniers préparatifs pour la mitose sont réalisés. Les chromosomes vont se condenser et l'ADN va être « relu » c'est à dire vérifier qu'il n'y a pas d'erreur.

A la fin de la phase G2, les cellules entrant en prophase vont couper les contacts cellulaires avec les cellules voisines. Elles vont s'arrondir et augmenter leur volume. Pour des cellules à croissance rapide, cette phase dure environ 4H.

## 2. La prophase :

Durant la prophase, la cellule va abandonner ses fonctions et se consacrer pleinement à la division.

- Le cytoplasme devient moins visqueux car les microtubules et le cytosquelette se décomposent.
- La perméabilité de la surface de la cellule augmente pour absorber les liquides environnants.
- La membrane nucléaire (1) et le nucléole (2) commencent aussi à se décomposer tandis que, dans le noyau, l'ADN se condense et forme des chromosomes mieux



- définis grâce à la protéine histone H1.
- Les chromosomes dupliqués lors de la phase S se composent désormais de deux chromatides soeurs (3). Chacunes des chromatides contiennent une séquence d'ADN spécifique.
- Le centromère (4) est en charge de la séparation des cellules filles.
- La paire de centriole (5) dupliquée lors de la phase G1 commence à se déplacer vers les pôles de la cellule. Ils forment ainsi le fuseau mitotique (6) composés de nombreux microtubules.
- Les mitochondries (7) et les lysosomes (8) se mettent de côté.

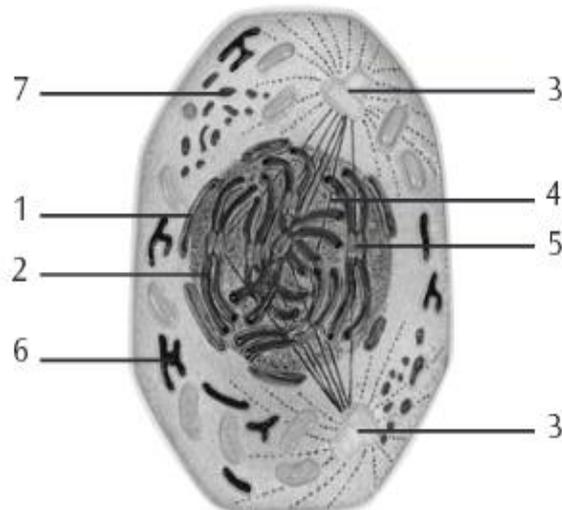
Pour résumer, lors de cette phase, l'ADN se condense pour former les chromosomes et le nucléole se désagrège. Comme chaque cellule contient deux copies identiques du génotype, les chromosomes ont deux chromatides soeurs portant la même information génétique.

Le centrosome de chaque chromosome contient deux centrioles. Comme le chromosome, le centrosome s'est dupliqué juste avant la prophase.

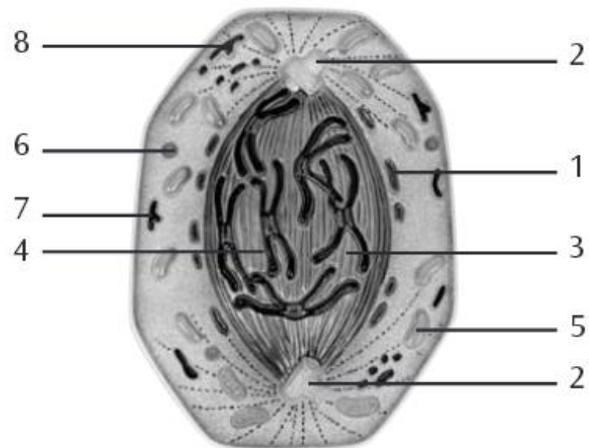
### 3. La prométaphase :

On peut considérer qu'elle fait partie de la prophase mais certains scientifiques préfèrent la distinguer.

- Au début de cette phase, le nucléole se dissout et la membrane nucléaire (1) se décompose sous forme de vésicule.
- Les chromosomes (2) sont clairement visibles
- Les deux centrioles (3) continuent leur chemin vers chacun des pôles de la cellule
- Les microtubules (4) du fuseau mitotique qui étaient jusque là à l'extérieur de la cellule pénètrent le noyau pour se fixer aux kinétochores (5) placés au centre de chaque chromosomes. Les kinétochores sont des complexes de protéines qui se sont formés au niveau du centromère.
- Le réticulum endoplasmique (6) et l'appareil de Golgi (7) commencent à se décomposer.



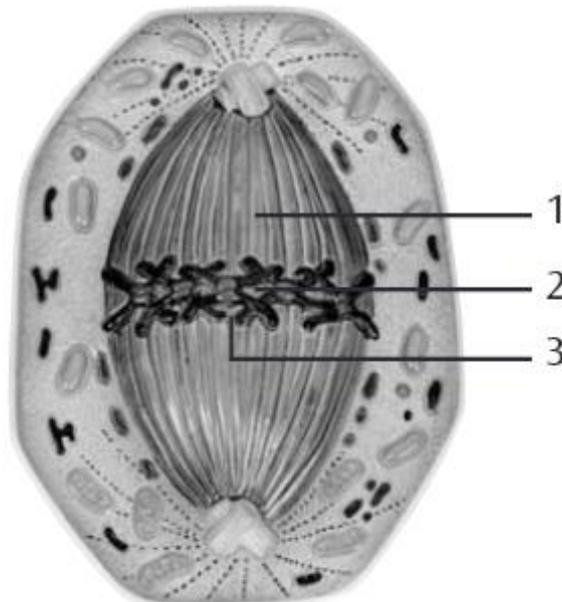
- A présent, la membrane nucléaire (1) est quasi décomposée et les paires de centrioles (2) ont atteint les pôles de la cellule. Ils sont maintenant face à face.
- Les microtubules (3) du fuseau mitotique vont aligner progressivement les chromosomes (4) auxquels ils sont reliés.
- Les mitochondries (5) et les lysosomes (6) se sont placés uniformément dans le cytoplasme.
- Le réticulum endoplasmique (7) et l'appareil de Golgi (8) sont quasiment dissout.



#### 4. La métaphase

Les microtubules du fuseau mitotique (1) sont bien ancrés aux kinétochores (2) de chaque chromosomes (3).

Durant cette phase, les chromosomes vont se raccourcir et s'aligner correctement au milieu de la cellule entre les deux pôles pour ainsi former la plaque métaphasique. Vu d'au dessus, ils ressemblent à une étoile.



## 5. L'anaphase

C'est la phase la plus rapide de la mitose. Les chromatides vont se séparer et ainsi migrer vers les pôles de la cellule grâce aux microtubules du fuseau mitotique. Pour permettre ce déplacement, les centrosomes se détachent.

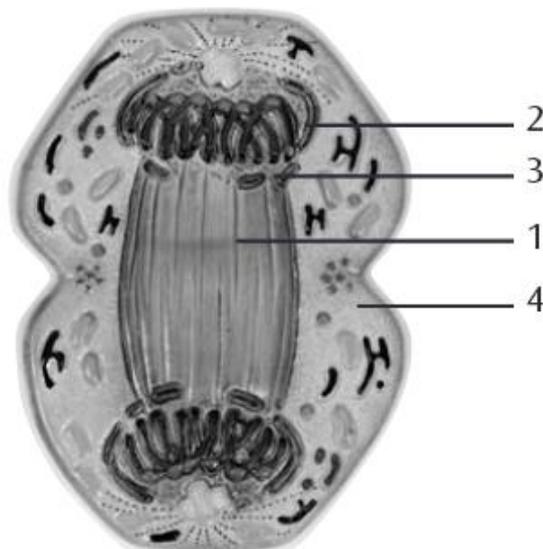
A la fin de l'anaphase on obtient deux groupes de chromatides bien distincts.

## 6. La télophase

Durant cette phase, le fuseau mitotique va disparaître petit à petit. En effet, les microtubules connectés avec les kinétochores vont se dissoudre. Seuls quelques-uns vont rester (1) car ils relient les pôles de la cellule ensemble.

Les chromatides sœurs se décondensent et une membrane nucléaire (2) commence à se reconstruire autour des deux groupes de chromatides. Le nucléole se reconstruit également (3).

Le sillon de clivage au niveau de l'équateur va se contracter et se condenser pour former un noyau (4). Cela a pour effet de condenser le cytoplasme et amener à la division de la cellule pour en former deux.

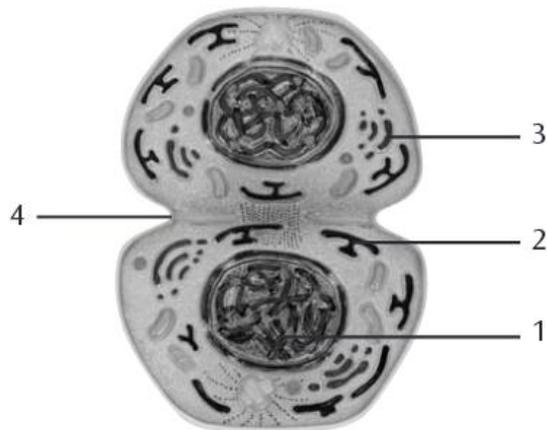


## 7. La cytotélerèse

On appelle également cette phase cytokinèse ou cotélerèse. Elle survient après la mitose.

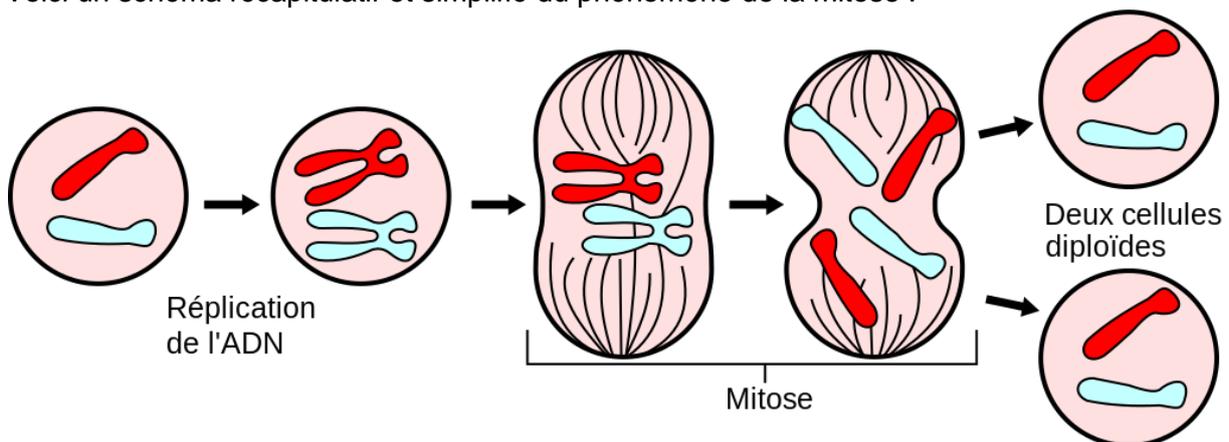
- Les chromosomes (1) deviennent de plus en plus longs et fins.
- Le réticulum endoplasmique (2) et l'appareil de Golgi (3) sont réaménagés.

- Le corps de la cellule va se diviser au milieu, au rétrécissement de l'anneau (4) entre chacuns des deux noyaux des cellules filles.
- Un « pont » mince de cytoplasme reste néanmoins fréquemment entre les deux nouvelles cellules. Une fois la séparation complète, c'est la fin de la cytotérièse.



Les deux cellules filles sont plus petites que la cellule mère mais elles grandiront et atteindront leur taille finale grâce à la croissance. Après quoi, elles entreront à leur tour dans l'interphase pour se diviser et se copier via le processus de mitose.

Voici un schéma récapitulatif et simplifié du phénomène de la mitose :



*Crédit : Wikipédia.*

**Dimensions** : L 60 x H 45 x P 6 cm

Chacune des étapes de la mitose peut être détachés du socle grâce à un système d'aimants