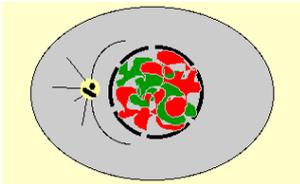


# La mitose en 24 schémas

## Le déroulement de la mitose

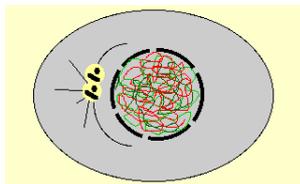
Choisissez une étude statique, pas à pas ou une animation dynamique et interactive

24 schémas successifs montrant les différentes étapes clés de la **mitose** :



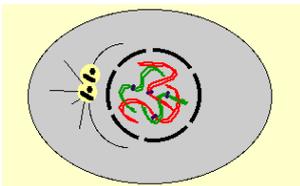
### 0 - INTERPHASE

Les chromosomes ne sont pas individualisés. Le matériel génétique est sous la forme de chromatine. Le centrosome (MTOC, Centre Organisateur de Microtubules) est composé de deux centrioles perpendiculaires entourés de matériel péricentriolaire.



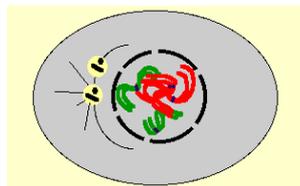
### 1 - PROPHASE début

Les chromosomes s'individualisent (les couleurs rouge et vert symbolisent l'origine paternelle ou maternelle des chromosomes). Le centrosome a été dupliqué en fin d'interphase.



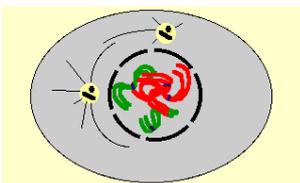
### 2 - PROPHASE suite

Les chromosomes s'épaississent et se raccourcissent. Nous avons choisi un nombre de chromosomes :  $2N=4$ . Deux sont d'origine maternelle et deux d'origine paternelle. Chaque chromosome est constitué de deux chromatides qui restent liées entre elles au niveau des centromères kinétochores (en violet).



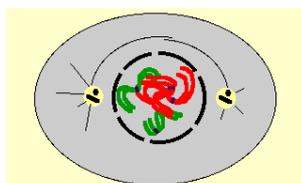
### 3 - PROPHASE suite

Les chromosomes sont maintenant très courts et épais. Les deux centrosomes vont se séparer.



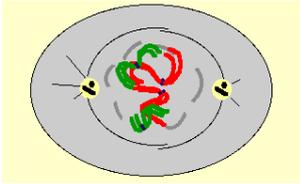
### 4 - PROPHASE suite

Les deux centrosomes accompagnés de microtubules rayonnants constituent des asters qui migrent vers les deux pôles de la cellule en se repoussant l'un l'autre grâce à des moteurs agissant sur les microtubules chevauchants.



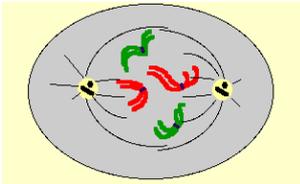
### 5 - PROPHASE suite

Les deux asters sont aux deux pôles opposés. Les microtubules émis par chacun d'eux les maintiennent en place et constituent le fuseau (des microtubules de même type existent évidemment dans les autres plans de l'espace).



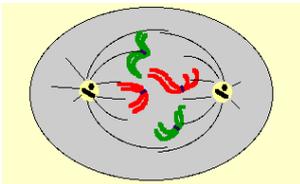
### 6 - PROPHASE fin

La membrane nucléaire disparaît. Les chromosomes ne sont plus dans un noyau, mais sont emprisonnés dans la cage constituée par les fibres tutoriales.



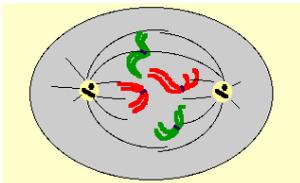
### 7 - PROMÉTAPHASE début

La membrane nucléaire a complètement disparu. De nombreux microtubules dynamiques sont polymérisés à partir des deux pôles.



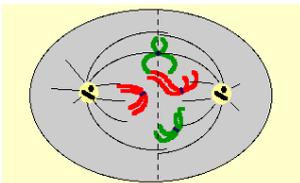
### 8 - PROMÉTAPHASE suite

Ces microtubules s'allongent en direction des chromosomes. Lorsque l'un d'entre eux rencontre un centromère kinétochore d'un chromosome, il le capture (attachement unipolaire). Les autres microtubules continuent à "chercher".



### 9 - PROMÉTAPHASE suite

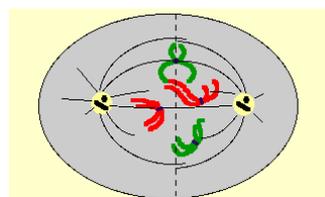
Le chromosome est capturé par un autre microtubule venant de l'autre aster. L'attachement du chromosome au fuseau est maintenant bipolaire.



### 10 - PROMÉTAPHASE suite

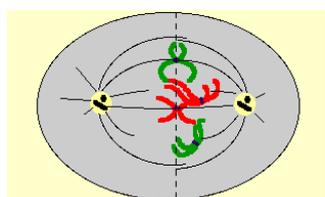
Par le jeu de la polymérisation et de la dépolymérisation des microtubules et grâce à des moteurs, le chromosome capturé est placé à l'équateur du fuseau.

Pour simplifier, un seul microtubule a été utilisé pour capturer un chromosome. En réalité 15 à 40 microtubules s'attachent au kinétochore d'un chromosome de mammifère.



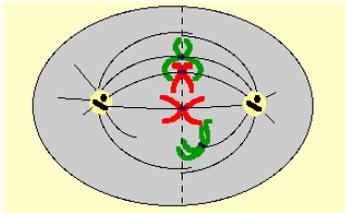
### 11 - PROMÉTAPHASE suite

Un autre chromosome est capturé.



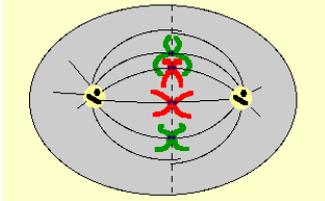
### 12 - PROMÉTAPHASE suite

Il est à son tour placé à l'équateur du fuseau.



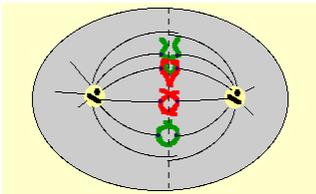
### 13 – PROMÉTAPHASE suite

Le dernier chromosome vient d'être capturé de manière unipolaire. Les autres chromosomes positionnés à l'équateur vont l'attendre. La séparation des chromatides (anaphase) est bloquée tant que TOUS les chromosomes ne sont pas alignés et reliés aux deux pôles. Tout chromosome mal attaché envoie un signal inhibiteur.



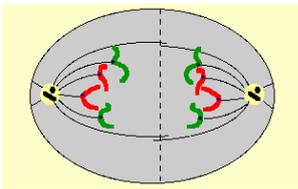
### 14 - MÉTAPHASE

Tous les chromosomes sont maintenant placés à l'équateur du fuseau et constituent la plaque équatoriale. Les signaux inhibiteurs venant des chromosomes n'existent plus. L'ensemble du système est vérifié par un "checkpoint" et attend le feu vert pour déclencher l'anaphase.



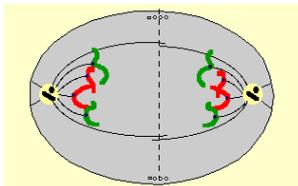
### 15 - ANAPHASE début

D'un seul coup, tous les kinétochores se séparent. Les microtubules attachés aux kinétochores se dépolymérisent et les chromosomes montent vers les pôles grâce à leurs moteurs.



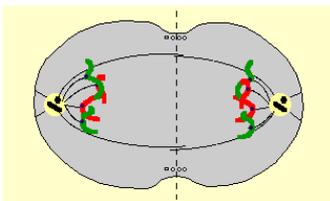
### 16 - ANAPHASE suite

Les deux lots de chromatides, qui, maintenant individualisées, sont des chromosomes, gagnent les pôles du fuseau en remontant le long des microtubules.



### 17 - ANAPHASE suite

Les deux lots de chromosomes sont rassemblés aux pôles car ils sont guidés par la cage formée par le fuseau lui-même. Un cercle de fibres contractiles (acto-myosine) apparaît autour de la cellule dans le plan de l'équateur.

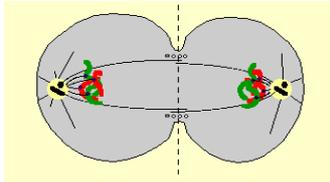


### 18 - TÉLOPHASE début

Ces fibres se contractent. Elles réalisent un sphincter qui resserre le diamètre de la cellule au niveau de l'équateur.

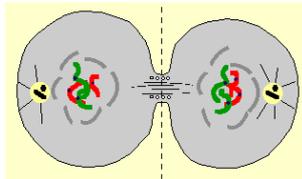
### 19 - TÉLOPHASE suite

Le processus se poursuit. La cellule se partage progressivement en deux.



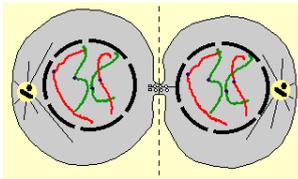
### 20 - TÉLOPHASE suite

La cellule est presque entièrement partagée. La membrane nucléaire se reconstitue autour de chaque lot de chromosomes.



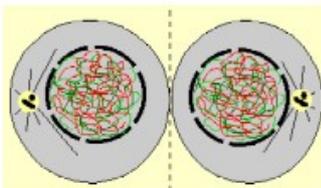
### 21 -TÉLOPHASE fin

Les chromosomes se décondensent progressivement.



### 22 - DEUX CELLULES

Les chromosomes poursuivent leur décondensation. Remarquons que chaque chromosome fils est constitué d'une seule chromatide alors qu'au début de la [mitose](#) chaque chromosome était constitué de deux chromatides.



### 23 - DEUX CELLULES

Ces cellules vont poursuivre leur cycle et éventuellement, après la duplication de leur ADN, entrer à leur tour dans la phase mitotique suivante.

