



RONEO N°7 : RAPPELS SUR LA MITOSE



Date et heure : distanciel

Professeur : Chevalier

Nombre de pages : 7

Ronéiste : Charlotte Mavoungound Brunet relue par Meyli Blondin (Meyose)

**Corporation des Carabins
Niçois**

UFR Médecine
28, av. de Valombrese
06107 Nice Cedex 2

[http://carabinsnicois.fr/
roneo.c2n@gmail.com](http://carabinsnicois.fr/roneo.c2n@gmail.com)

SOMMAIRE

I – La division cellulaire

II – Le cycle cellulaire

III – Réplication de l'ADN

VI – Les étapes de la Mitose

- 1) *Les 4 phases*
- 2) *Les kinétochores*



Hello c'est encore moi lol ! Je vous souhaite un bon courage pour ce mois d'octobre, continuez de croire en vous et foncez en donnant le meilleur de vous-même <33 Si vous avez besoin de parler surtout n'hésitez pas à me contacter sur messenger ou le forum !

La division cellulaire :

Il existe deux types de division cellulaire :

La mitose : l'ensemble des processus qui va permettre d'obtenir à partir d'une cellule mère, 2 cellules filles qui sont considérées comme **génétiquement identiques**.

On va passer d'une cellule diploïde à $2n$ chromosomes (*je noterai K pour chromosome ☺*) à **2 cellules diploïdes** chacune à $2n$ K.

→ Il s'agit d'un phénomène qui va concerner **uniquement les cellules somatiques et les gonies**+++

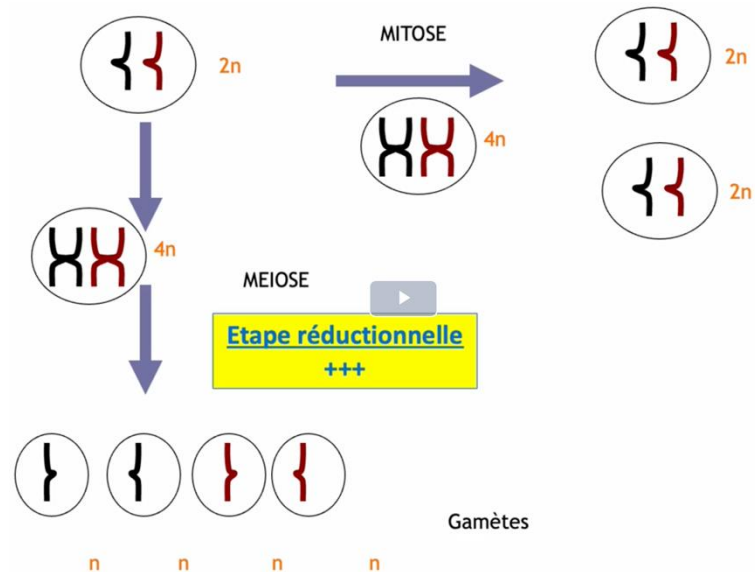
La méiose : à l'opposé, correspond à l'ensemble des processus biologiques qui va permettre d'aboutir à la formation des cellules **sexuelles** (=gamètes) qui ont la particularité d'être **haploïdes**, qui ont la moitié de chromosomes donc seulement n K.

On va passer de cellules diploïdes à $2n$ K vers des cellules haploïdes à n K et par ce mécanisme de division on passe d'une cellule diploïde à **4 cellules haploïdes**.

→ La méiose ne concerne que **les cellules germinales**+++

Pour la **mitose**, on a une cellule à $2n$ K qui va donner 2 cellules filles chacune à $2n$ K. Cela sous-entend une étape de **réplication** de l'ADN et on va avoir à un moment des chromosomes à **double chromatides** ce qui va permettre de finalement arriver au même nombre de chromosomes dans chaque cellule fille.

À l'opposé, pour la **méiose** on va avoir effectivement cette réplication initiale de l'ADN, cependant, dans la 2e division de méiose, on va avoir une **réduction** du nombre de **chromosomes** pour arriver à ces gamètes haploïdes puisqu'on passe d'une cellule diploïde à 4 cellules haploïdes.



Le cycle cellulaire :

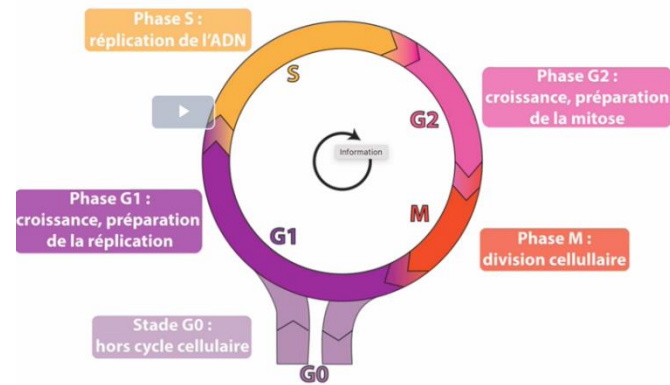
La mitose est directement liée à ce qu'on appelle le **cycle cellulaire** puisqu'il s'agit d'un phénomène totalement **continu** qui fait partie de la vie d'une cellule +++

La cellule va rester dans une phase **quiescente** dite phase **G0** quand elle n'est **pas** dans le cycle cellulaire.

Lorsqu'elle va rentrer dans le cycle cellulaire pour aller vers le phénomène de mitose et de division cellulaire, elle va rentrer en phase **G1** qui correspond à la phase de **préparation de la réplication** de l'ADN.

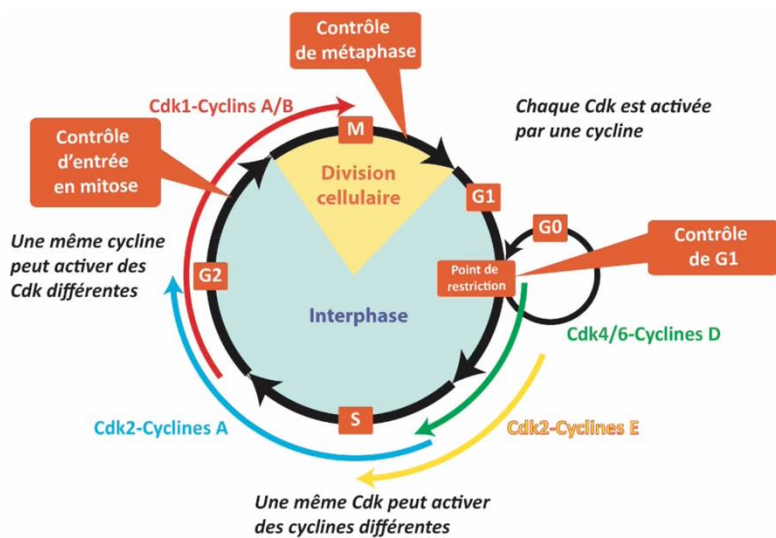
A la suite de la phase G1, il y a la phase **S** qui correspond à la phase de **réplication** de l'ADN puis à la phase **G2** qui correspond à la **croissance et à la préparation** de la mitose.

Ces 3 étapes successives correspondent à la période dite d'**interphase**+++



Lorsqu'on dépasse la phase G2, il va y avoir de la phase **M** qui correspond en elle-même à la mitose pour donner ces 2 cellules filles qui le plus souvent vont aller vers un stade G0 ou pour certaines vont rentrer directement dans le cycle cellulaire pour se multiplier.

RECAP : G1+S+G2= interphase M= mitose



Ce cycle cellulaire est extrêmement bien régulé par tout un tas de **cyclines**.

Chaque cycline va activer une CDK qui va être **spécifique** de chaque phase du cycle cellulaire. Lorsque la cellule va passer de la phase G0 à la phase G1, elle va traverser le **point de restriction** (point de contrôle de G1) au-delà duquel **elle ne pourra plus revenir en arrière**.

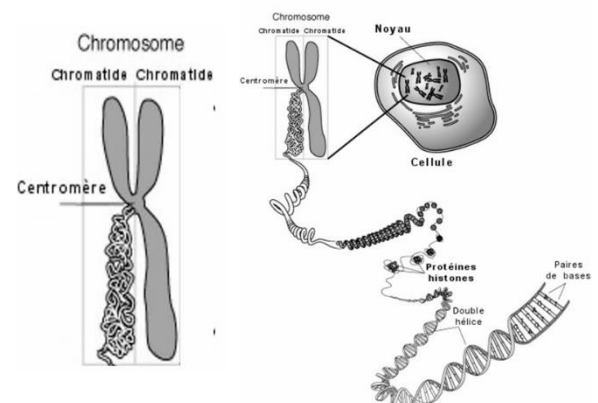
Cette étape est contrôlée par les **cyclines D et Cdk 4/Cdk 6** ++

Ensuite, la cellule va évoluer dans l'interphase passant successivement de la phase G1 à la phase S puis à la phase G2.

À l'issue de la phase G2, on va retrouver un **point de contrôle d'entrée en mitose** au-delà duquel la cellule ne peut plus revenir en arrière et va évoluer vers la division cellulaire.

Réplication de l'ADN :

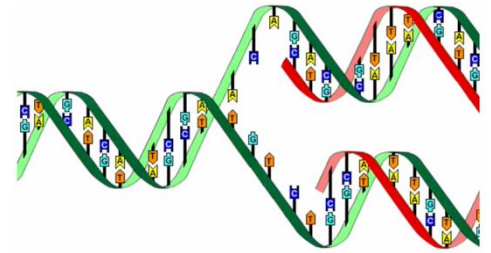
Pour donner 2 cellules filles qui vont avoir exactement le même matériel génétique et chromosomique et ne pas perdre de quantité d'ADN au travers de la mitose, la seule façon de faire est d'observer une **réplication de l'ADN**.



Cette réplication d'ADN va survenir **en phase S** (entre les phases G1 et G2).

Pour répliquer l'ADN, il va falloir que celui-ci soit **décompacté** c'est à dire **déroulé** et que la machinerie de réplication puisse accéder à chaque brin d'ADN pour qu'il puisse être **dupliqué** ++

Les 2 brins vont **s'écarter** l'un de l'autre en certains endroits et chaque brin va servir lui-même de modèle pour synthétiser le brin complémentaire : c'est **l'ADNc** ou **ADN complémentaire**.



Une fois que cette réplication est terminée on va avoir nos chromosomes qui vont être **répliqués** et qui vont être accrochés par le **centromère**.

Ces chromosomes à 2 chromatides vont se séparer pour donner ensuite les K dans les cellules filles.

On parle de **réplication semi-conservative** de l'ADN puisque chaque molécule fille d'ADN va hériter d'un brin de l'ADN parental +++

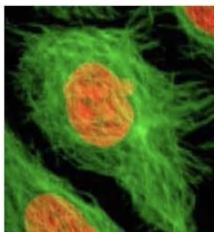
On a un **transfert** de l'information génétique de la cellule mère vers la cellule fille.

Les étapes de la mitose :

Une fois que la réplication a lieu, on va avancer dans la phase G2, passer le point de contrôle de la mitose et arriver dans la phase mitose proprement dite qui va comprendre **4 phases** :

- La **prophase**
- La **métaphase**
- **L'anaphase**
- La **télophase**

Une fois que la télophase est survenue, on aura la **cytodiérèse** qui va permettre la **séparation** des 2 cellules filles.

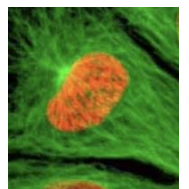
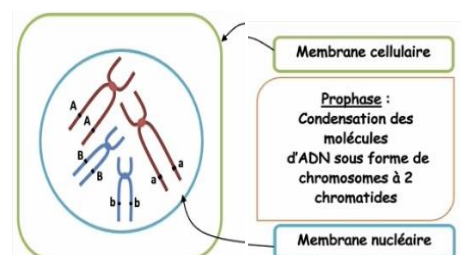


On a ici une cellule dite en **interphase** avec un noyau **bien limité** par sa membrane une chromatine au centre qui est plus ou moins dispersée qu'on peut parfois apparenter à des mottes de beurre.

1) Les 4 phases

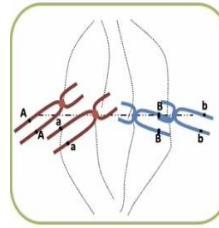
Prophase :

- Constitution de la **membrane nucléaire**
- Séparation progressive des K
- K dupliqués à chacun des 2 chromatides

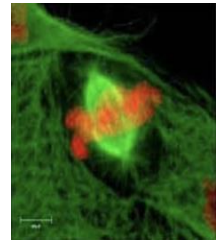


Métaphase :

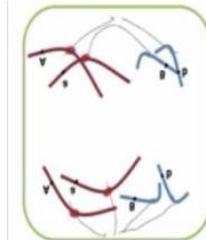
- K commencent à se répartir les uns à côté des autres et s'alignent sur la **plaque équatoriale**
- L'alignement se fait au niveau des **centromères** (points qui permettent de relier les chromatides)

Métaphase :

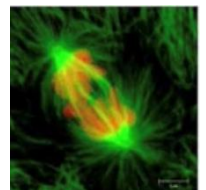
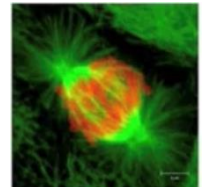
Alignement des chromosomes à 2 chromatides sur le plan équatorial de la cellule

Anaphase :

- Période de **séparation des K**
- On ne les **retrouve plus** sur la plaque équatoriale
- Séparation, attirés vers les pôles du **fuseau mitotique**
- À un stade plus avancé, on a 2 lots de K bien séparés.
- Les chromatides sont accrochées sur les **microtubules** via le centromère.
- Cassure des K au niveau des centromères et migration de chaque chromatide à chaque pôle cellulaire

Anaphase :

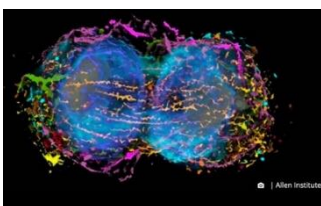
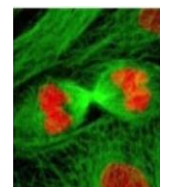
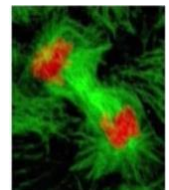
Cassure du centromère et migration des chromatides de chaque chromosome à un pôle opposé de la cellule

Télophase :

- Le fuseau mitotique va s'étrangler à sa partie centrale. Les membranes se reconstituent.
- **Cytodiérèse** pour la reconstitution des deux noyaux et des futures 2 cellules filles.
- Matériel chromosomique totalement **reconstitué** (46K dans chaque cellule)

Télophase :

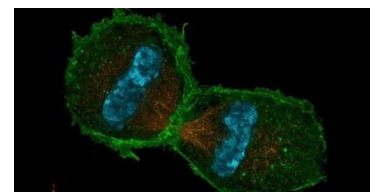
Séparation de la cellule mère en 2 cellules filles au même programme génétique ($2n=4$). Constriction annulaire. Décondensation du matériel génétique



Si on fait de la reconstitution en 3D de la télophase, on a une cellule qui est en train de terminer sa mitose.

À chaque pôle du fuseau mitotique, on aperçoit les lots chromosomiques et le fuseau autour qui sert de point d'accroche.

À un stade un peu moins avancé, on observe les 2 lots chromosomiques en bleu, le fuseau mitotique en orange et la cytotdiérèse qui a lieu en vert au milieu des 2 cellules filles. (bon vous voyez rien en noir et blanc mais vu que vous êtes trop forts je suis sûre que vous avez deviné qui est quoi <3)

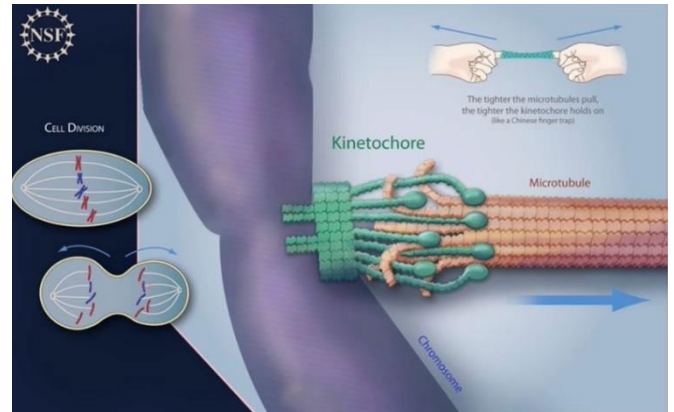


2) Les kinétochores

Les K sont accrochés à des **microtubules** qui sont eux-mêmes reliés à l'**extrémité** du fuseau mitotique.

Cette accroche sur les filaments microtubulaires se fait via ce qu'on appelle les **kinétochores**.

Les kinétochores sont des espèces de **protéines d'ancrage**, un peu comme un filet qui va venir s'arrimer autour du microtubule avec des tentacules comme celles d'un poulpe qui vont vraiment s'enchevêtrer.

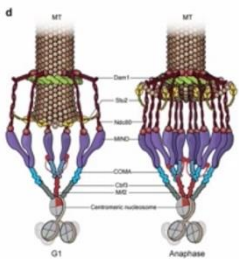
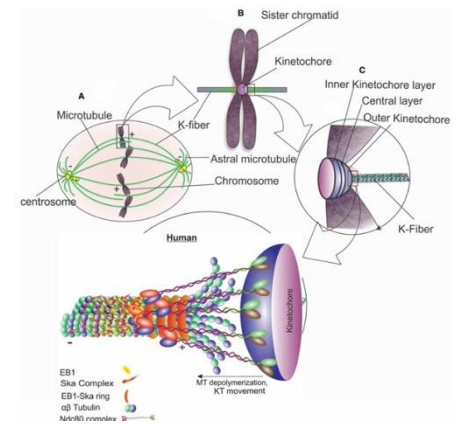


Au moment de l'**anaphase**, les microtubules vont tracter sur les kinétochores et le centromère et séparent les K au niveau de ce centromère et donner le futur matériel génétique des cellules filles.

À plus fort grossissement, on a sur la plaque équatoriale le centromère qui va être accroché aux filaments de microtubules par ces fameux kinétochores.

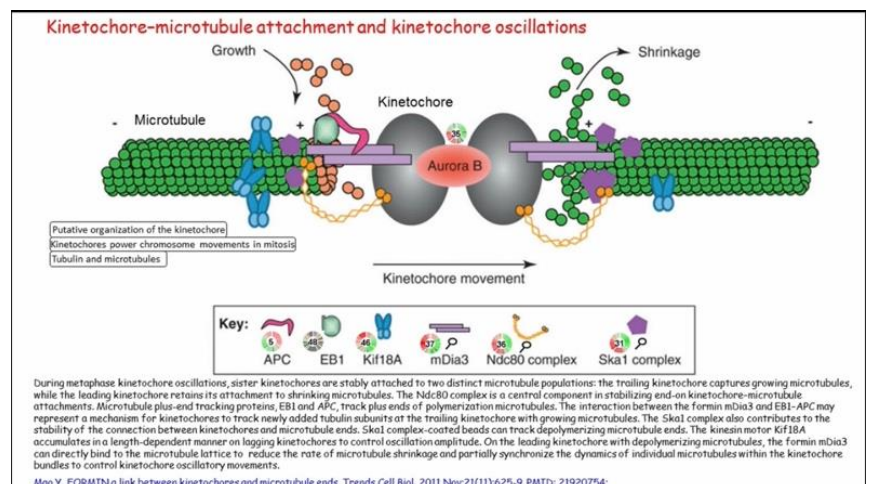
Le kinétochore « *c'est une structure extrêmement complexe* » s'est accroché et il va y avoir une **dépolymérisation**.

Cela va tracter vers l'extrémité du fuseau mitotique au niveau des **centrosomes** pour pouvoir séparer les chromatides.



Au niveau moléculaire, ça ressemble exactement à cette figure.
(n'apprenez pas les schémas par cœur hein, ayez juste une idée de ce à quoi ça ressemble !!)

Si on regarde encore plus loin, on voit le kinétochore qui va être sur chaque chromatide et entre les 2, la **protéine Aurora** qui va permettre en fait de **stabiliser** le centromère et qui elle va être **clivée** au moment de l'anaphase.



Evolution de la quantité d'ADN dans la cellule :

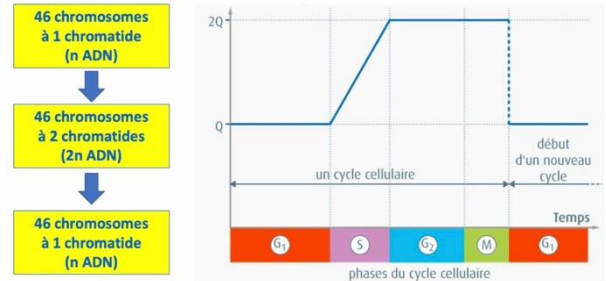
« Alors je vais essayer de prendre mon temps pour bien vous expliquer ces données parce que c'est souvent un point de blocage de compréhension ». ~~il change de version tous les ans jpp comment il peut encore être étonné~~

Initialement, dans nos cellules, on a 46 K donc 2nK
puisqu'on a **23 paires de K**.

Par contre, on considère qu'en terme d'ADN ça correspond à une seule quantité d'ADN puisque chacune de nos cellules a 1n ADN.

Lorsqu'on va rentrer en mitose, ces 46 K vont être dupliqués donc chacun va avoir sa **chromatide dupliqués**.
On va obtenir 46 K à 2 chromatides.

Evolution de la quantité d'ADN dans la cellule



On passe artificiellement de 2nK à 4nK, ce qui n'est pas un vrai 4nK puisqu'on n'a pas 92 chromosomes, on a juste 46 K à 2 chromatides. En termes de volume d'ADN, on arrive à 2nADN puisqu'on a doublé la quantité d'ADN.

In fine, lorsqu'on va diviser ces cellules, on va casser au niveau des chromatides et on va revenir à 46 chromosomes à 1 chromatide donc n ADN.

Sur l'histogramme, en termes de cycle cellulaire on va avoir notre quantité d'ADN initial donc n ADN, on va avoir une réplication en phase S donc on va doubler et passer à **2n ADN**.

À la fin de la phase **M**, on revient à la quantité initiale donc n ADN et on va pouvoir reprendre un nouveau cycle cellulaire.

Attention à ne pas mélanger le nombre de chromosomes, de chromatides et la quantité d'ADN dans la cellule.+

Encore et toujours des dédis :

Dédi à mes fillots : Victor, Angeline, Emma-Lisa, Jihane, Prunelle, Lilou, Candice, Titouan, Yazid

Dédi à mes fillotes officielles : Marie-Sarah et Juliane je crois fort en vous

Dédi à Constance, Marie, Lisa, Maéva et Sarah mes super copines d'amour <33 On est passé toutes ensemble et je suis fière de nous et de notre parcours

Dédi à Flo aka Floflo qui m'a épaulé comme personne durant ma deuxième p1, merci pour tout maintenant il reste plus qu'à profiter ensemble, sah quel plaisir d'être dans la meilleure filière avec toi <33

Dédi à la BU de SJA ma deuxième maison

Dédi à mes marraines et parrains de p1 : Laura, Emma, Justine, Charlotte, Svyat, Camille, Tom jym

Dédi à mes cotuts d'amour Nahélé et Lou Eva : on a trop de hâte de passer le s2 avec vouuuuus

Dédi au tutorat ma deuxième famille <3

Dédi à Adel et Ilona et notre petite famille officieuse : deux de mes copains du tutorat qui vous ou vont vous régaler durant leur mandat hihi

Dédi à ma meilleure amie Louise juste parce qu'elle est incroyable et que j'ai trop de chance de l'avoir