

Les divisions cellulaires des eucaryotes

(à compléter avec votre livre Magnard page 28-29)

Chez les êtres vivants eucaryotes, le patrimoine génétique est contenu dans le noyau des cellules sous forme de chromosomes. Ces chromosomes portent l'ensemble de l'information génétique nécessaire au fonctionnement et au développement de l'organisme. Or, au cours de la vie d'un individu, les cellules se divisent très fréquemment, soit pour assurer la croissance et le renouvellement des tissus, soit pour produire des cellules reproductrices.

Selon le type de division cellulaire, le nombre de chromosomes peut être conservé ou réduit de moitié. L'étude du comportement des chromosomes au cours du cycle cellulaire permet ainsi de comprendre comment l'information génétique est transmise de manière fidèle (lors de la **mitose**), mais aussi comment se forment les cellules reproductrices (lors de la **méiose**).

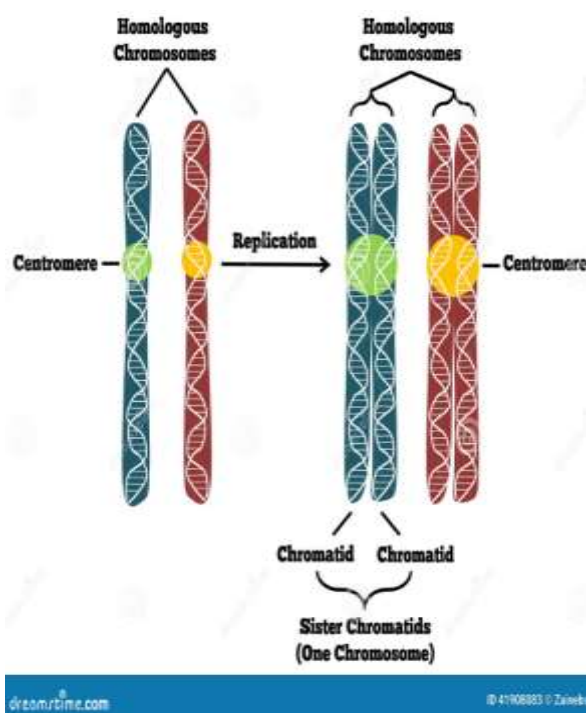
Comment la mitose et la méiose, deux divisions cellulaires différentes, assurent-elles à la fois la stabilité du patrimoine génétique et la diversité des êtres vivants

I. Les chromosomes, supports permanents de l'information génétique :

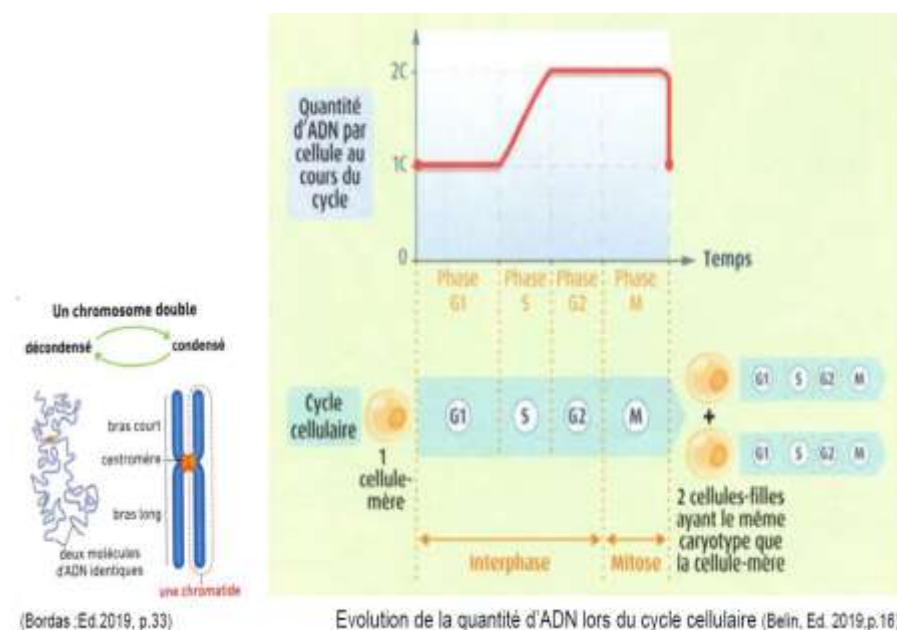
Les chromosomes sont des structures universelles des cellules eucaryotes. Ils sont constitués d'ADN associé à des protéines et assurent le support matériel de l'information génétique. Selon le moment du cycle cellulaire, ils peuvent être décondensés, sous forme de chromatine, ou condensés et visibles lors des divisions cellulaires.

Dans les cellules somatiques, les chromosomes sont organisés par **paires de chromosomes homologues**. Une cellule qui possède **deux exemplaires de chaque chromosome** est dite **diploïde**, ce qui est noté **2n**. Les cellules diploïdes constituent la majorité des cellules de l'organisme.

Un chromosome peut exister sous deux états structuraux. Lorsqu'il est constitué d'une seule chromatide contenant une molécule d'ADN, il s'agit d'un **chromosome simple**. Après duplication de l'ADN, chaque chromosome devient un **chromosome double**, formé de deux chromatides sœurs identiques reliées par un centromère. Cette organisation est indispensable à la transmission fidèle de l'information génétique lors des divisions cellulaires.



II. Le cycle cellulaire eucaryote et la duplication des chromosomes :



Le cycle cellulaire correspond à l'ensemble des étapes qui s'écoulent entre deux divisions successives d'une cellule. Il comprend une longue phase appelée interphase, suivie d'une division cellulaire.

L'interphase se décompose en trois phases :

- En G1, la cellule croît et les chromosomes sont simples.
- En phase S, l'ADN est dupliqué selon un mécanisme de réplication semi-conservative, ce qui conduit à la formation de chromosomes doubles.
- En G2, la cellule se prépare à la division, la quantité d'ADN est doublée mais le nombre de chromosomes reste inchangé.

Au cours de l'interphase, les chromosomes sont décondensés, ce qui permet l'expression des gènes. Lors de la division cellulaire, ils se condensent afin d'assurer leur répartition correcte entre les cellules filles.

III. La mitose : une division cellulaire conforme conservant la diploïdie :

La mitose est une division cellulaire qui concerne les cellules somatiques. Elle permet d'obtenir, à partir d'une cellule mère **diploïde ($2n$)**, **deux cellules filles diploïdes**, possédant exactement le même caryotype que la cellule initiale. La mitose est donc une **reproduction conforme**.

Au cours de la mitose, les chromosomes doubles se condensent, s'alignent sur le plan équatorial, puis les chromatides sœurs se séparent et migrent vers les pôles opposés de la cellule. Chaque cellule fille reçoit ainsi une chromatide de chaque chromosome, ce qui garantit la conservation du nombre et de la morphologie des chromosomes.

Le déplacement et la séparation des chromosomes sont assurés par le **fuseau mitotique**, constitué de fibres protéiques. Son fonctionnement correct est indispensable à une transmission fidèle du patrimoine génétique.

Les étapes de la mitose :

La mitose est un processus continu classiquement découpé en **quatre étapes successives**.

La prophase :

Au début de la mitose, les chromosomes doubles se condensent progressivement et deviennent visibles au microscope. L'enveloppe nucléaire disparaît et un fuseau mitotique constitué de fibres protéiques se met en place entre les deux pôles de la cellule.

La métaphase :

Les chromosomes doubles s'alignent au centre de la cellule sur un plan appelé **plan équatorial**. Chaque chromatide est reliée à un pôle du fuseau mitotique, ce qui prépare leur séparation.

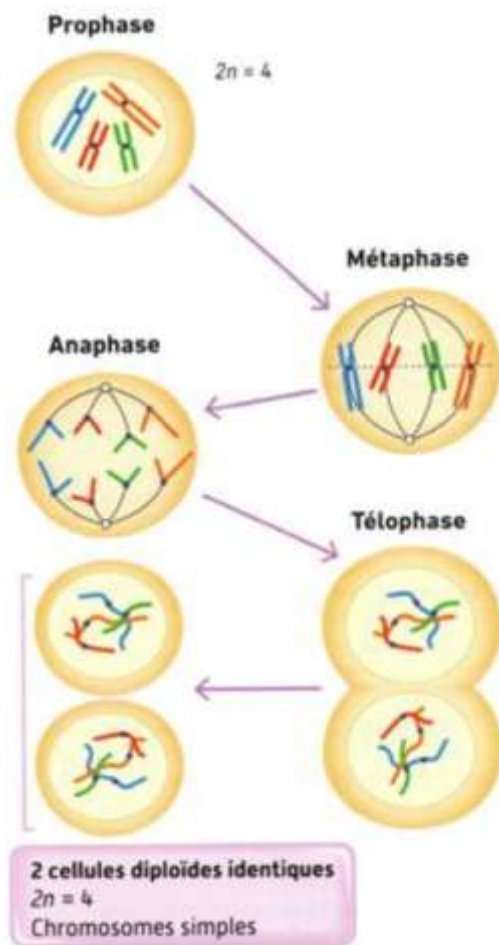
L'anaphase :

Les chromatides sœurs de chaque chromosome se séparent au niveau du centromère. Elles migrent ensuite vers les pôles opposés de la cellule sous l'action des fibres du fuseau mitotique. Chaque chromatide devient alors un chromosome simple.

La télophase (et la cytotédièrese) :

Les chromosomes arrivés aux pôles se décondensent. Deux enveloppes nucléaires se reforment autour des deux lots de chromosomes. Enfin, la séparation du cytoplasme, appelée **cytotédièrese**, conduit à la formation de deux cellules filles distinctes.

(Bordas ;Ed.2019, p.33)



Le résultat de la mitose est la formation de deux cellules filles qui possèdent exactement le même patrimoine génétique que la cellule mère. C'est pour cette raison que la mitose est qualifiée de **reproduction conforme**. Par exemple, une cellule de peau humaine qui contient 46 chromosomes donne naissance à deux nouvelles cellules de peau qui contiennent également 46 chromosomes chacune.

IV. La méiose : une division cellulaire non conforme produisant des cellules haploïdes :

La méiose est une division cellulaire spécifique des cellules de la lignée germinale. Elle se déroule en **deux divisions successives**, précédées d'une seule duplication de l'ADN, et permet la formation de **quatre cellules reproductrices**.

Une cellule qui ne possède **qu'un seul exemplaire de chaque chromosome** est dite **haploïde** et est notée **n**. Les gamètes sont des cellules haploïdes.

La première division de méiose correspond à la séparation des **chromosomes homologues**, ce qui entraîne la réduction de moitié du nombre de chromosomes. La seconde division de méiose correspond à la séparation des chromatides sœurs. À l'issue de la méiose, les quatre cellules obtenues sont haploïdes et possèdent un caryotype différent de celui de la cellule mère diploïde.

La méiose est donc une division **non conforme**, car elle modifie la formule chromosomique.

La première division de méiose (méiose I)

La première division de méiose est une division dite **réductionnelle**, car elle réduit de moitié le nombre de chromosomes.

La prophase I

Les chromosomes homologues s'apparient deux à deux pour former des paires appelées bivalents. Chaque chromosome est constitué de deux chromatides. Cette étape est caractéristique de la méiose et n'existe pas lors de la mitose.

La métaphase I

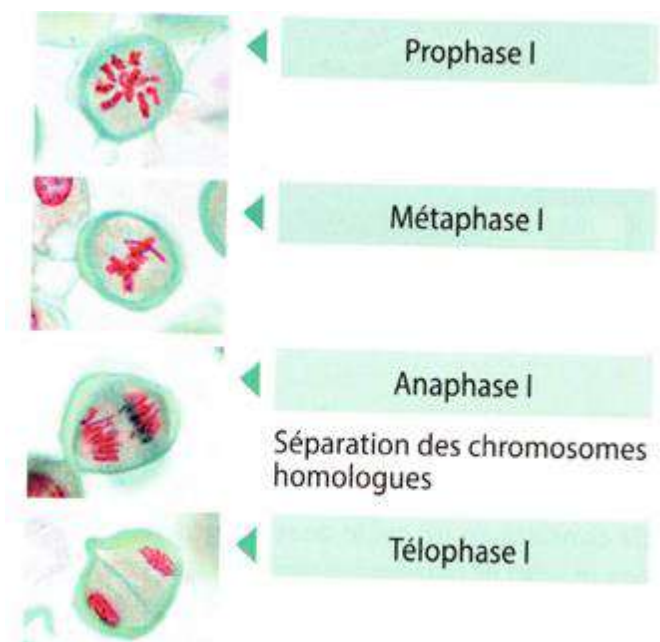
Les paires de chromosomes homologues s'alignent sur le plan équatorial de la cellule. Chaque chromosome d'une paire est relié à un pôle opposé du fuseau méiotique.

L'anaphase I

Les chromosomes homologues se séparent et migrent vers les pôles opposés de la cellule. Contrairement à la mitose, les chromatides sœurs restent associées.

La télophase I

Deux cellules filles se forment. Elles sont **haploïdes** (**n**), mais leurs chromosomes sont encore **doubles**, constitués de deux chromatides.



(Hachette, Ed. 2019, p.18)

Chaque cellule obtenue possède alors la moitié du nombre de chromosomes de départ, mais chaque chromosome est encore constitué de deux chromatides.

La seconde division, appelée méiose II, ressemble beaucoup à une mitose. Un nouveau fuseau méiotique s'organise et sépare cette fois les chromatides sœurs. Chaque cellule fille issue de cette deuxième division ne contient qu'une seule chromatide par chromosome.

La seconde division de méiose (méiose II)

La prophase II

Les chromosomes doubles se condensent à nouveau et un fuseau de division se met en place dans chacune des deux cellules.

La métaphase II

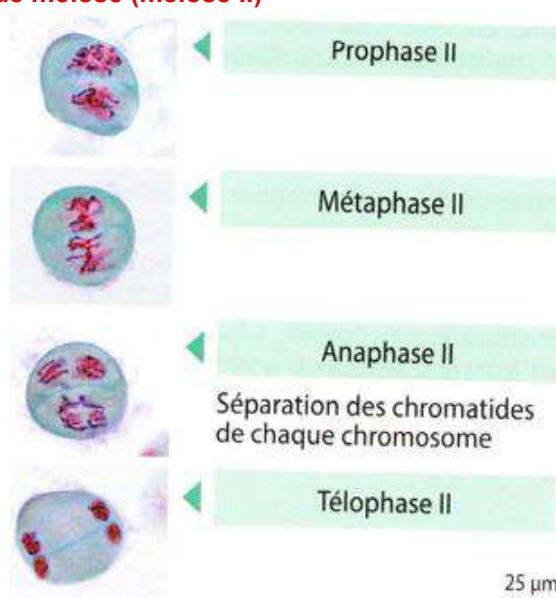
Les chromosomes s'alignent sur le plan équatorial de chaque cellule.

L'anaphase II

Les chromatides sœurs se séparent au niveau du centromère et migrent vers les pôles opposés.

La télophase II

Les chromosomes se décondensent et quatre cellules filles distinctes se forment.



(Hachette, Ed. 2019, p.18)

À l'issue de la méiose, on obtient **quatre cellules haploïdes**, possédant chacune un seul exemplaire de chaque chromosome.

Chez l'Homme, une cellule germinale contenant 46 chromosomes produit donc quatre gamètes ne possédant que 23 chromosomes chacun.

IV. Différences entre mitose et méiose :

La mitose et la méiose sont deux mécanismes complémentaires. La mitose assure le développement et le renouvellement des tissus en produisant des cellules filles identiques à la cellule mère. Elle permet donc la stabilité génétique au sein d'un organisme. La méiose, quant à elle, a pour fonction de produire des gamètes haploïdes. Elle réduit de moitié le nombre de chromosomes et prépare ainsi la fécondation, qui rétablit le nombre diploïde.

Dans les deux cas, le rôle du **fuseau mitotique ou méiotique** est essentiel : il permet le déplacement des chromosomes et leur répartition correcte dans les cellules filles. Sans ce mécanisme, il pourrait y avoir des erreurs de distribution du matériel génétique.

En résumé, la mitose est une division **conforme**, indispensable à la croissance et à la réparation des tissus, tandis que la méiose est une division **réductionnelle**, essentielle à la reproduction sexuée et à la transmission de l'information génétique d'une génération à l'autre.

Tableau comparatif : Mitose / Méiose

Critères	Mitose	Méiose
Type de cellules concernées	Cellules somatiques	Cellules de la lignée germinale
Rôle biologique	Croissance, renouvellement et réparation des tissus	Production des gamètes
Nombre de divisions	1 division cellulaire	2 divisions cellulaires successives
Duplication de l'ADN	Une duplication préalable (phase S)	Une seule duplication préalable (phase S)
Appariement des chromosomes homologues	Absent	Présent en prophase I
Événement majeur de la 1 ^{re} division	Séparation des chromatides sœurs	Séparation des chromosomes homologues
Événement majeur de la 2 ^e division	—	Séparation des chromatides sœurs
Nombre de cellules obtenues	2 cellules filles	4 cellules filles
Ploïdie des cellules obtenues	Diploïdes (2n)	Haploïdes (n)
État des chromosomes en fin de division	Chromosomes simples (1 chromatide)	Chromosomes simples (1 chromatide)
Caryotype	Conservé	Modifié (réduit de moitié)
Type de reproduction	Reproduction conforme	Division non conforme
Rôle du fuseau de division	Séparation des chromatides	Séparation des homologues puis des chromatides

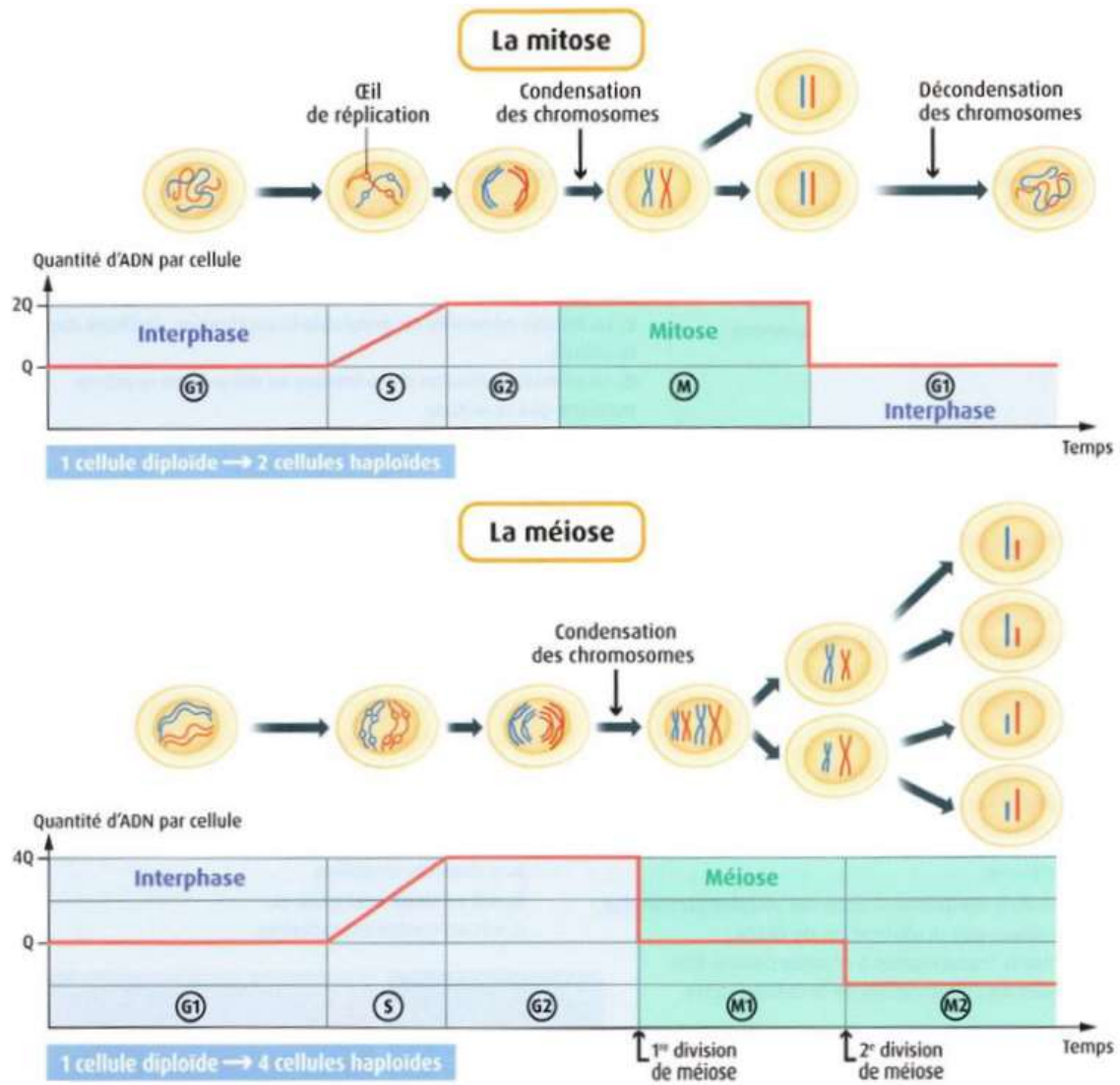
Conclusion :

Les chromosomes sont des structures permanentes des cellules eucaryotes, constituées d'ADN et support de l'information génétique. Au cours du cycle cellulaire, ils subissent une alternance de décondensation et de condensation et passent de l'état simple à l'état double grâce à la duplication de l'ADN en phase S.

La **mitose** est une division cellulaire conforme qui permet la multiplication des cellules diploïdes tout en conservant le caryotype.

À l'inverse, la **méiose** est une division cellulaire non conforme qui réduit de moitié le nombre de chromosomes et conduit à la formation de cellules haploïdes indispensables à la reproduction sexuée.

Ainsi, l'étude des divisions cellulaires explique à la fois la **stabilité du patrimoine génétique au sein d'un organisme** et la **continuité des espèces d'une génération à l'autre**.



(Belin, Ed. 2019, p.27)