

Thème 1 : Transmission, variation et expression du patrimoine génétique.

Chapitre 2. Les divisions cellulaires des eucaryotes

(***italique* = arguments)

Toutes nos cellules proviennent de la cellule-œuf qui, par divisions cellulaires successives, a formé les milliards de cellules de l'embryon puis du nouveau-né.

Au cours de notre vie, 2 types de divisions cellulaires interviennent : la mitose et la méiose

Comment le patrimoine génétique (= ensemble du matériel génétique d'une cellule) est-il transmis lors de ces 2 divisions cellulaires ?

I. La réplication des chromosomes durant la phase S

Les divisions cellulaires (mitose et méiose) ne peuvent s'effectuer que si les chromosomes de la cellule sont doubles c'est-à-dire formés de 2 chromatides identiques.

Avant une division cellulaire, chaque chromosome simple va donc produire une 2^{ème} chromatide au cours d'un mécanisme appelé **réplication semi conservative (RSC)**.

La **réplication** a lieu pendant la phase S de l'**interphase**. Au cours de cette réplication, la cellule va fabriquer une **copie** de son information génétique en créant une **deuxième chromatide identique à la première** (sauf erreur, voir chapitre 3) pour chaque chromosome.

La réplication s'effectue selon un mode **semi-conservatif**. Cela signifie que pour chacune des deux chromatides du chromosome répliqué, **un brin** de la molécule d'ADN **a été conservé** par rapport à la molécule d'ADN de départ et **l'autre brin a été fabriqué** pendant la réplication. (*** Les modalités de la RSC ont été comprises grâce aux expériences de et de Taylor(1957) puis Meselson et Stahl (1958). Le premier marquait les brins d'ADN avec des isotopes radioactifs, tandis que les seconds utilisaient des isotopes lourds – voir les exercices.*)

La **réplication semi-conservative (RSC)** est réalisée grâce à un **complexe enzymatique** : l'**ADN polymérase**. L'ADN polymérase **ouvre la molécule d'ADN** et **associe à chaque nucléotide qu'elle rencontre un nucléotide libre complémentaire pour former une nouvelle chaîne** (rappelons que cette complémentarité associe : **A à T, T à A, G à C, C à G**).

Les deux molécules d'**ADN filles (donc les deux chromatides d'un même chromosome)** **sont ainsi identiques entre elles et identiques** à la molécule mère.

A l'issue de ce mécanisme de RSC, les deux molécules d'ADN-filles seront **reliées** entre elles au niveau du **centromère** et vont donc constituer alors un **chromosome double à deux chromatides identiques**.

Visualiser l'animation permettant de comprendre comment se déroule la réplication semi conservative puis réaliser, sur la page suivante, un schéma de cette réplication en utilisant la vidéo n°1 intitulée « réplication semi conservative ».

Schéma de la réplication semi-conservative

La réplication s'effectue à différents endroits sur la longue molécule d'ADN. En effet, *la microscopie électronique à transmission révèle la présence des yeux de réplication.* Chaque œil comporte deux complexes enzymatiques « ADN polymérase », un à chacune des extrémités de l'œil. Ces deux complexes travaillent donc en sens inverse.

Schéma d'un œil de réplication (réalisé à partir de la vidéo n°2)

II. Deux types de division cellulaires : la mitose et la méiose.

A) La mitose permet une reproduction conforme de la cellule.

La **mitose** est une division qui se déroule dans les **cellules somatiques**. Elle **permet l'augmentation du nombre de cellules** pendant le développement embryonnaire et le **renouvellement des cellules** au cours de la vie.

Toutes les cellules produites possèdent **la même information génétique (= reproduction conforme de la cellule)**.

1. Les étapes de la mitose

La mitose s'applique sur des cellules diploïdes aux chromosomes doubles.

Il s'agit d'un phénomène **continu** qui peut être divisé en **4 phases** selon la forme des chromosomes (1 ou 2 chromatides) et selon leur disposition dans la cellule. Ces phases sont respectivement : la prophase, la métaphase, l'anaphase et enfin la télophase. ***Ces phases peuvent être identifiées en microscopie optique dans des organes à forte croissance, telles que les racines chez les végétaux (TP Observation de figures de mitose).*

1. La prophase caractérisée par :

- la **condensation du matériel génétique** (les chromosomes deviennent visibles au microscope optique),
- une **disparition de la membrane nucléaire**,
- les chromosomes sont dispersés dans la cellule,
- les chromosomes sont constitués de **2 chromatides parfaitement identiques** (réunies au niveau du centromère).
- **mise en place d'un fuseau de division** (en cage d'oiseau).
- chaque **chromosome se fixe, par son centromère sur l'une des fibres de ce fuseau.**

2. La métaphase :

- les chromosomes sont tractés par le fuseau de division dans le plan équatorial de la cellule et forment la **plaque équatoriale**.

3. L'anaphase :

- Les fibres du fuseau de division se rétractent et tirent sur les chromatides provoquant la **rupture du centromère** et la **séparation des deux chromatides d'un même chromosome**. Chaque chromatide migre vers un pôle de la cellule. Les deux chromatides d'un même chromosome portant la même information, ce sont **deux lots identiques de chromosomes** qui migrent vers chaque pôle de la cellule.
- Début de la division du cytoplasme

4. La télophase :

- la **membrane nucléaire se reforme**, le **fuseau de division disparaît**, le **matériel génétique se décondense**.
- Fin de la séparation du cytoplasme

Sur la page suivante, réaliser un schéma des différentes étapes de la mitose en utilisant la vidéo n°3

Schéma d'une mitose pour une cellule à 2 paires de chromosomes

La **mitose** permet un **partage équitable de l'information génétique de la cellule mère entre les deux cellules filles**. En effet chaque **chromosome constitué de deux chromatides identiques** (donc deux molécules d'ADN identiques) s'est **partagé en deux chromosomes à une chromatide** (donc une molécule d'ADN) dans chacune des cellules-filles.

Le **caryotype est conservé** : une cellule diploïde a formé 2 cellules diploïdes identiques.

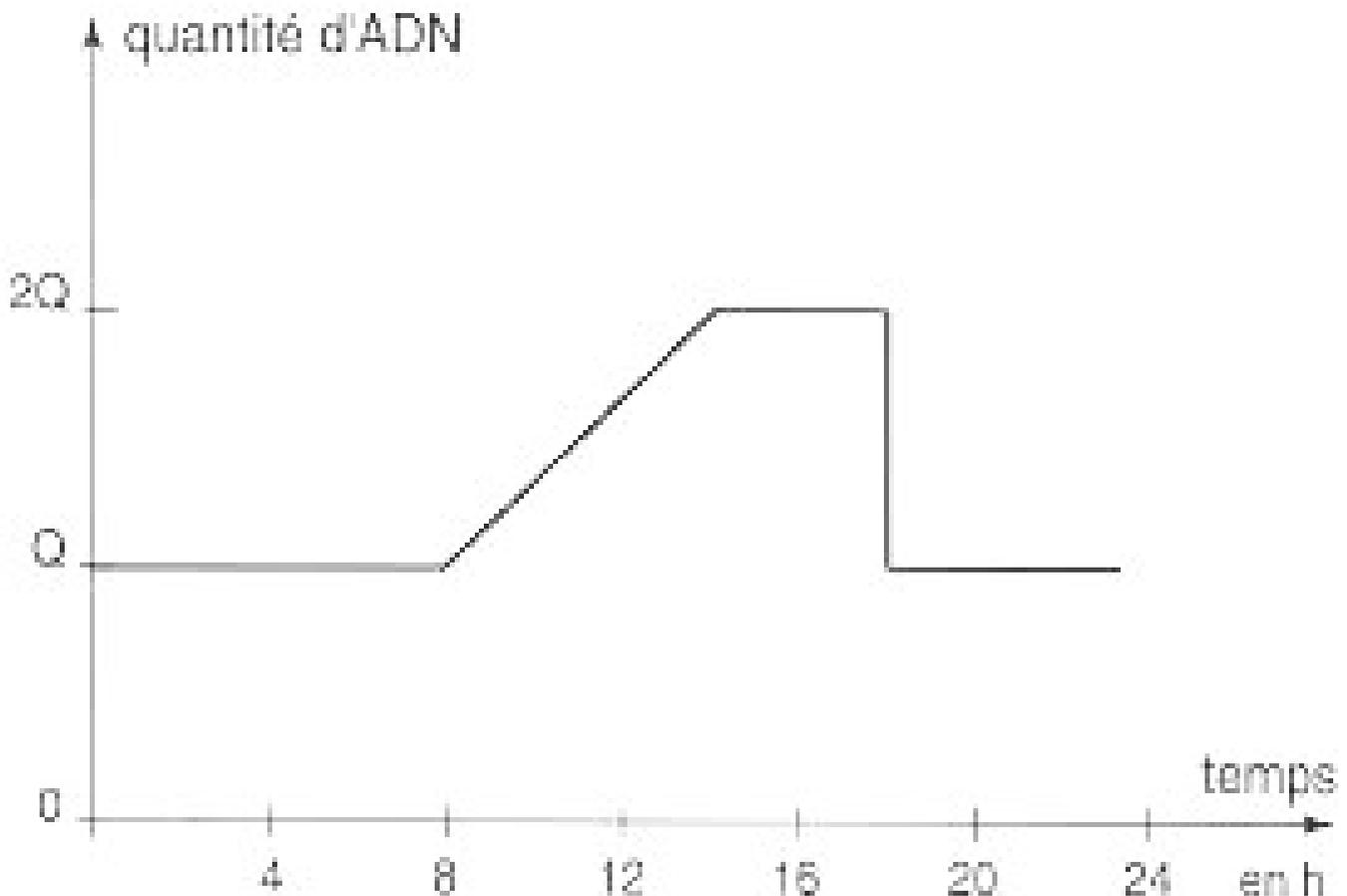
Chaque cellule fille reçoit ainsi **l'intégralité de l'information génétique de la cellule mère**. La mitose permet donc une **reproduction conforme**. La succession des mitoses permet de produire un ensemble de cellules génétiquement identiques que l'on appelle **un clone**.

RQ : la RSC et la mitose sont 2 mécanismes complémentaires qui permettent la transmission de l'intégralité de l'information génétique à toutes les cellules de l'organisme : la RSC crée (durant la phase S de l'interphase) une copie de l'information génétique de la cellule (sous la forme d'une 2^{ème} chromatide strictement identique à la 1ère) et la mitose répartit les 2 copies dans les 2 cellules filles (chaque cellule reçoit une copie complète de l'information génétique (c'est-à-dire une chromatide de chaque chromosome))

Visualiser la vidéo n°4 et compléter le schéma de la mitose que vous venez de réaliser

2. Evolution de la quantité d'ADN au cours d'un cycle cellulaire impliquant une Mitose.

Utiliser la vidéo n°5 pour compléter le graphique ci-dessous



B) la méiose permet de produire des cellules haploïdes à partir d'une cellule diploïde (division non conforme)

La **méiose** est une division qui se déroule uniquement dans les **cellules germinales** des **organes reproducteurs** (testicules et ovaires chez l'Homme) et permet la formation des **gamètes**.

1. La méiose comporte 2 divisions successives

La méiose s'applique, elle aussi, sur des cellules diploïdes aux chromosomes doubles.

La méiose est un ensemble de 2 divisions successives qui à partir d'une cellule diploïde donne naissance à **4 cellules haploïdes**.

☉ 1^{ère} division méiotique :

Elle se divise en plusieurs phases : prophase 1, métaphase 1, anaphase 1 et télophase 1 (***phases visibles en microscopie optique dans des testicules de criquet - cf TP Observation de figures de méiose*)

Durant l'anaphase 1 les 2 chromosomes homologues de chaque paire **se séparent** (sans division des centromères, au contraire de la mitose) et donc sans séparation des chromatides : chaque chromosome homologue formé de 2 chromatides est tracté par une fibre du fuseau de division et **migre** vers l'un des pôles de la cellule.

Il y a **séparation des chromosomes homologues, les cellules formées n'auront plus qu'un représentant de chaque paire** de chromosomes homologues : elles seront donc **haploïdes**.

Lors de la 1^{ère} division de la méiose, une cellule mère à 2n chromosomes à 2 chromatides donne 2 cellules filles à n chromosomes à 2 chromatides.

☉ La 2^{ème} division méiotique :

Cette seconde division se déroule immédiatement après la 1^{ère}, il n'y a pas de réplication, les chromosomes étant déjà repliqués.

Elle comporte elle aussi 4 phases : prophase 2, métaphase 2, anaphase 2 et télophase 2 (cf TP3)

Durant l'anaphase 2, chaque chromosome se coupe en 2 par **rupture** du centromère et chaque chromatide migre vers l'un des pôles de chaque cellule

Lors de la 2^{ème} division de la méiose, les 2 cellules-filles à n chromosomes à 2 chromatides donnent 4 cellules à n chromosomes à 1 chromatide.

Utiliser la vidéo n°6 pour réaliser un schéma de la méiose

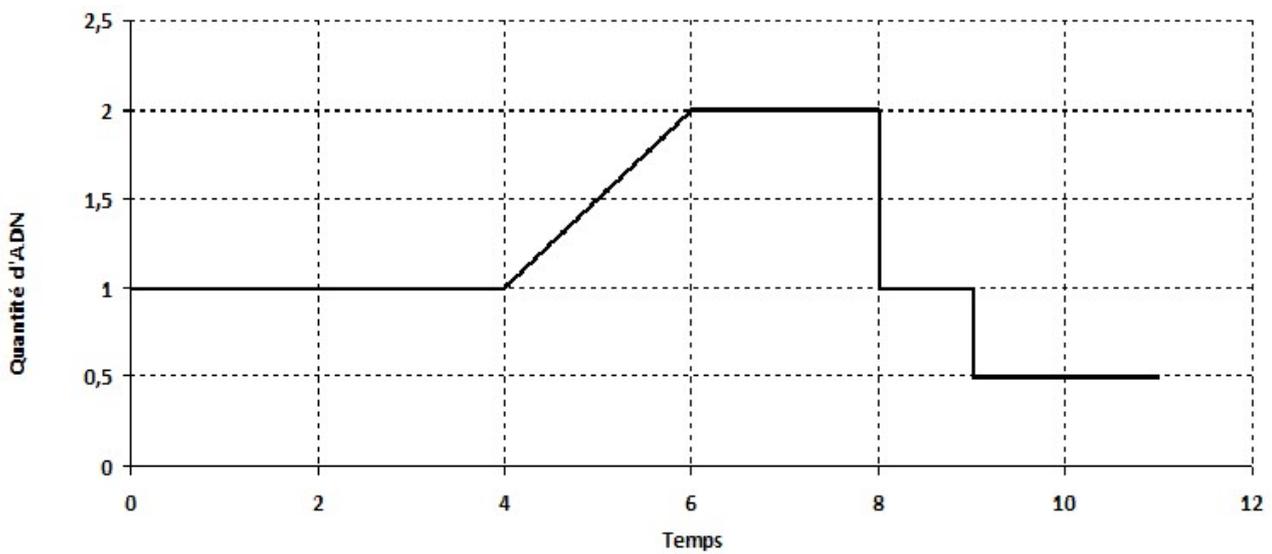
Schéma d'une méiose pour une cellule à 2 paires de chromosomes

La méiose permet donc de **produire des cellules haploïdes appelés gamètes**. Les cellules formées possèdent **deux fois moins de chromosomes** que la cellule mère : la méiose est une **division non conforme**.

Rq : L'union de deux gamètes mâle et femelle produira une cellule-œuf à nouveau diploïde.

2. Evolution de la quantité d'ADN au cours d'un cycle cellulaire impliquant une méiose.

Utiliser la vidéo n°7 pour compléter le graphique ci-dessous



C) Comparaison mitose / méiose.

	Mitose	Méiose
Cellules concernées		
Déroulement		
Cellules filles		
Place dans l'organisme vivant		
Schéma avec cellule mère à $2n=4$		