

Expliquer le(s) mécanisme(s) aboutissant à la formation des gamètes à partir d'une cellule-mère

Introduction

Chez les cellules eucaryotes il existe deux mécanismes de division en fonction de la lignée à laquelle elles appartiennent. Les cellules de la lignée somatique se divisent par mitose, mécanisme aboutissant à la formation de deux cellules par division clonale avec une conservation du génome à l'identique entre les deux cellules. Les cellules de la lignée germinale, représentant les cellules impliquées dans la formation des gamètes, se divisent par méiose. La méiose est une division aboutissant à la formation de quatre cellules à partir d'une cellule mère unique. Contrairement à la mitose ce n'est pas une division clonale puisque les cellules filles ne sont pas les copies de la cellule mère et le génotype leur génotype est différent.

Ainsi, nous pouvons nous interroger sur le mécanisme de la formation des gamètes d'un point de vue cellulaire et d'un point de vue génomique.

De fait, la méiose est divisée en deux étapes, une division réductionnelle suivie d'une division équationnelle dont nous détaillerons les étapes dans une première partie. Ce mécanisme, précurseur de la reproduction, permet la conservation du caryotype au sein de l'espèce. Ainsi, dans une seconde partie nous verrons comment la quantité d'ADN est distribuée permettant le maintien du génotype de l'espèce.

I. Les divisions de la méiose

Comme nous l'avons évoqué précédemment, la méiose se déroule en deux phases permettant de constituer quatre gamètes à partir d'une cellule mère (voir figure 1).

La première de ces phases est la division réductionnelle. A l'issue de l'interphase, les chromosomes doubles ont été doublés ($2n=46$). Ceux-ci vont alors se condenser dans le noyau de la cellule qui, bien qu'encore visible, commence à se désagréger. En parallèle, un deuxième centrosome va être produit par la cellule. Des microtubules vont y être produits et venir rejoindre les chromosomes doubles par leur centromère. C'est la prophase I. Elle est suivie de la métaphase I, période durant laquelle la membrane nucléaire de la cellule mère est totalement désagrégée. Les chromosomes s'alignent sur la plaque équatoriale de la cellule. Au cours de l'anaphase I, les paires de chromosomes vont être séparées par raccourcissement des microtubules issus des centrosomes afin de former deux lots de chromosomes doubles. La cytotéiérèse va alors intervenir en télophase I permettant de séparer les deux cellules filles comportant une version de chaque chromosome double ($2n=23$).

Cette dernière étape de la division réductionnelle correspond également à la première étape de la seconde partie de la méiose, la division équationnelle. Les deux lots de chromosomes doubles ont été formés et sont répartis dans les deux cellules nouvellement formées. C'est

la prophase II, qui voit également apparaître un doublement des centrosomes et l'apparition de microtubules. De la même manière que précédemment, en métaphase II, les chromosomes s'alignent sur le plan équatorial de la cellule. Chaque chromatide des chromosomes doubles sera séparée de son homologue par caryocinèse au cours de l'anaphase II. Deux lots de chromosomes simples ($n=23$) sont alors formés. Ils seront séparés lors de la cytotéiérèse en télophase II afin de former quatre gamètes.

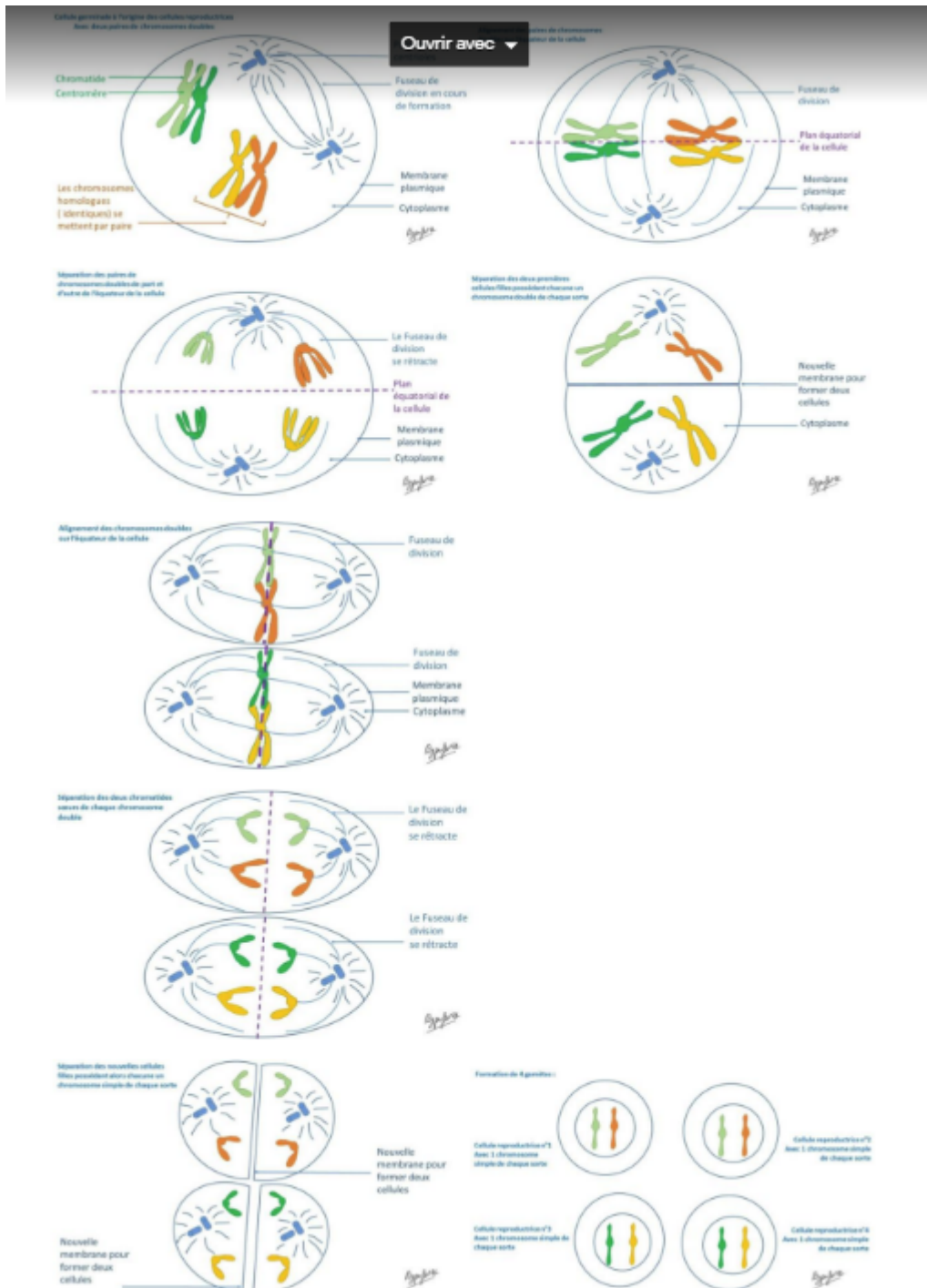


Figure 1 : Schéma de la méiose. Les 4 premiers schémas en partant du haut montrent la première division de la méiose, les suivants montrent la seconde division.

Ces deux divisions successives montrent une séparation de l'ADN en 4 lots de chromosomes simples à partir d'un seul lot de chromosomes doubles que nous allons détailler dans la seconde partie de notre exposé.

II. Maintien du génotype de l'espèce grâce à la méiose

La méiose est l'étape précurseur de la fécondation. Elle permet le brassage génétique en répartissant les chromosomes issus de la mère et du père de manière aléatoire.

Au cours de l'interphase, et plus particulièrement la phase S, la quantité d'ADN de la cellule est doublée. Nous passons donc d'une quantité q d'ADN à une quantité $2q$.

A l'issue de la division réductionnelle, chaque cellule formée recevra une quantité q d'ADN. Cette quantité sera une nouvelle fois divisée par deux lors de la seconde division de la méiose pour que chaque gamète comporte $1/2q$ d'ADN.

Durant toute la vie de la cellule, celle-ci est diploïde, c'est-à-dire qu'elle comporte $2n$ chromosomes. Les gamètes correspondent aux seules et uniques cellules haploïdes du coros humain (1n chromosome)

Cette division est schématisée dans la figure 2. Ainsi, chaque gamète formé recevra une version de chaque chromosome simple issu soit de la mère soit du père. Chez, dont le caryotype est formé de 23 paires de chromosomes on obtient donc à l'issue de la méiose $2^{23}=8\ 388\ 608$ combinaisons possibles.

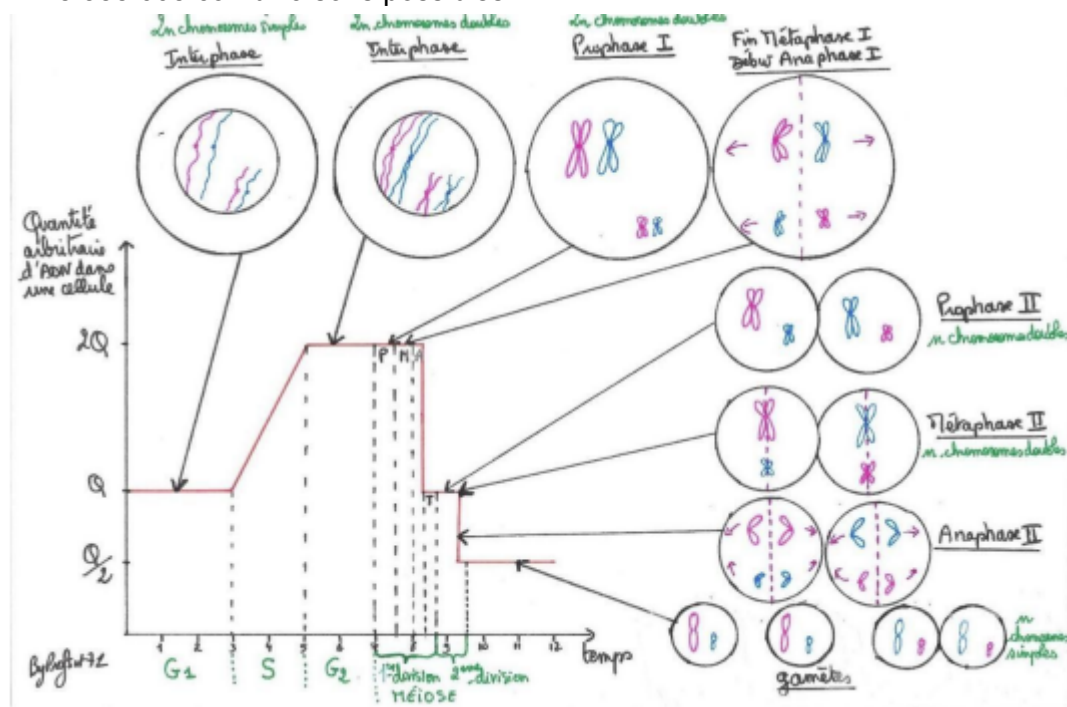


Figure 2 : évolution de la quantité d'ADN au cours de la méiose

C'est grâce à la fécondation que la cellule formée, le zygote retrouvera une quantité q d'ADN. En effet, le second gamète apportera la quantité d'ADN $1/2q$ nécessaire à la reformation d'une cellule diploïde.

Conclusion

Au cours de notre exposé nous avons vu comment la méiose procède à la division d'une cellule mère diploïde en quatre cellules filles haploïdes.

Nous avons vu que la division méiotique est séparée en deux phases, une division réductionnelle et une division équationnelle. Ces deux divisions séparent dans un premier temps les paires de chromosomes homologues en deux lots distincts et répartissent les chromosomes aléatoirement. La seconde division sépare les chromatides chromosomes. L'objectif de la méiose est la réduction du nombre de chromosomes à sa plus simple expression de manière à ce que, une fois la reproduction effectuée, le caryotype du nouvel individu formé soit complet.

La méiose assure le brassage génétique, pourtant elle n'est pas la seule responsable de la variabilité génétique au sein des cellules eucaryotes. Ainsi, il peut survenir des accidents lors de la méiose tels que des migrations inégales, des anomalies de cytodierèse ou encore des crossing over, qui participent à accroître encore la variabilité génétique au sein de l'espèce.