

Le brassage génétique et sa contribution à la diversité génétique

Extrait du programme officiel

Connaissances

La méiose est la succession de deux divisions cellulaires précédée comme toute division d'un doublement de la quantité d'ADN (réplication). Dans son schéma général, elle produit quatre cellules haploïdes à partir d'une cellule diploïde.

Au cours de la méiose, des échanges de fragments de chromatides (crossing-over ou enjambement) se produisent entre chromosomes homologues d'une même paire. Les chromosomes ainsi remaniés subissent un brassage interchromosomique résultant de la migration aléatoire des chromosomes homologues lors de la 1^{re} division de méiose. Une diversité potentiellement infinie de gamètes est ainsi produite.

Des anomalies peuvent survenir. Un crossing-over inégal aboutit parfois à une duplication de gènes. Un mouvement anormal de chromosomes produit une cellule présentant un nombre inhabituel de chromosomes. Ces mécanismes, souvent sources de troubles, sont aussi parfois sources de diversification du vivant (par exemple à l'origine des familles multigéniques).

Objectifs et mots-clés

Brassage génétique inter et intrachromosomique au cours de la méiose. Diversité des gamètes. Stabilité des caryotypes.



Je révise et je me perfectionne

I. Les cycles de développement et la stabilité du caryotype

I-1. Notion de cycle de développement

Chez l'ensemble des organismes supérieurs, le développement évolue selon un cycle de développement au cours duquel l'individu passe par différents stades.

Cycle de développement : succession d'étapes qui constituent la vie d'un individu depuis sa conception jusqu'à la génération suivante.

La reproduction sexuée est une reproduction biparentale où la cellule œuf (qui par division donne naissance au nouvel individu) provient de la fusion de deux cellules parentales, les gamètes, lors de la fécondation.

Gamètes : cellules reproductrices ou sexuelles (haploïdes = 1 exemplaire de chaque type de chromosome).

Fécondation : fusion de deux gamètes à l'origine de la cellule œuf.

Tous les individus d'une même espèce possèdent le même nombre de chromosomes (ploïdie) défini chacun par leur structure. Chaque espèce est donc caractérisée par son caryotype (Fig. 1). Une anomalie du caryotype (nombre ou structure des chromosomes) a généralement de graves conséquences ; la stabilité du caryotype doit donc être assurée lors du passage d'une génération à la suivante.



Ploïdie : nombre d'exemplaires de chaque type de chromosome présent dans le caryotype. Chez l'Homme il est noté $2n = 46$ où « n » est le nombre de chromosomes de type différent et 2 le nombre d'exemplaires de chacun de ces types. Un organisme est diploïde s'il possède 2 exemplaires de chacun de ces types de chromosomes (les chromosomes sexuels peuvent faire exception). Les gamètes ne possédant normalement qu'un exemplaire de chaque chromosome (1 seul « jeu » de chromosomes) sont donc haploïdes.

Caryotype : Chaque espèce possède une formule chromosomique caractérisée par le nombre et la morphologie de ses chromosomes visibles en microscopie optique au stade métaphase de la mitose. Cette garniture chromosomique présente dans chaque cellule prend le nom de caryotype.

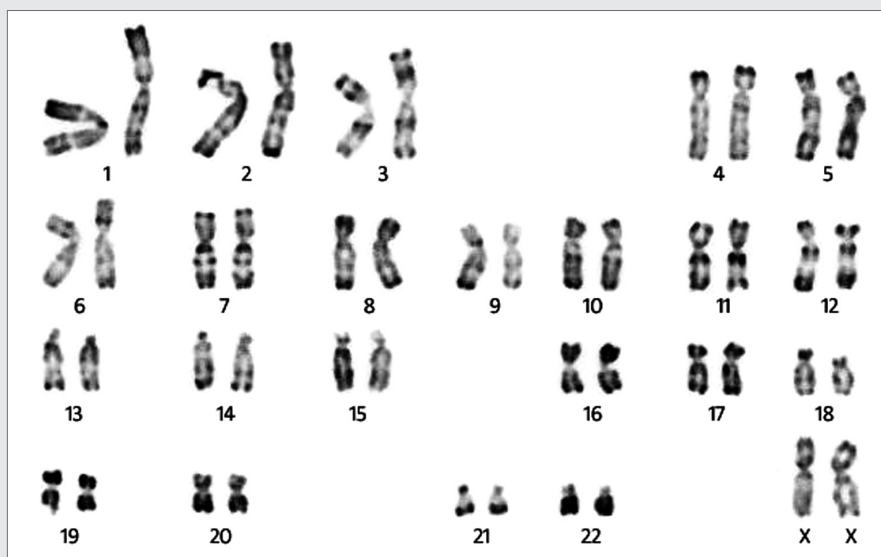


Figure 1. Caryotype de l'espèce humaine (individu de sexe féminin)

(1) Réalisation d'un caryotype

Si les gamètes produits possédaient le même nombre de chromosomes que les cellules somatiques de l'adulte, la fécondation aboutirait à un doublement du nombre de chromosomes de l'espèce. Il existe donc un mécanisme appelé méiose qui permet la division par deux du nombre de chromosomes dans les gamètes, et assure donc la stabilité du caryotype.

Méiose : succession de deux divisions, précédée d'une seule duplication de l'ADN, qui aboutit à la formation de cellules reproductrices et qui divise par deux le nombre de chromosomes.

Les cellules formées par la méiose (= gamètes), ne possèdent donc plus qu'un seul exemplaire de chaque chromosome : elles sont haploïdes.

Haploïde : adjectif caractérisant une cellule ou un organisme ne possédant qu'un seul « jeu » de chromosomes (1 exemplaire de chaque chromosome).

La cellule œuf, résultant de la fusion de deux gamètes, est donc obligatoirement diploïde.

Diploïde : adjectif caractérisant une cellule ou un organisme possédant deux exemplaires de chaque chromosome.

Conclusion : un cycle de développement est donc caractérisé par l'alternance d'une phase diploïde qui s'étend de la fécondation à la méiose et d'une phase haploïde qui s'étend de la méiose à la fécondation.

L'importance relative des phases haploïde et diploïde peut varier d'un individu à l'autre, définissant ainsi des cycles de développement différents (Fig. 2a et 2b). On distingue ainsi des cycles diplophasiques (lorsque la diplophase est dominante) et des cycles haplophasiques (lorsque l'haplophase est dominante).

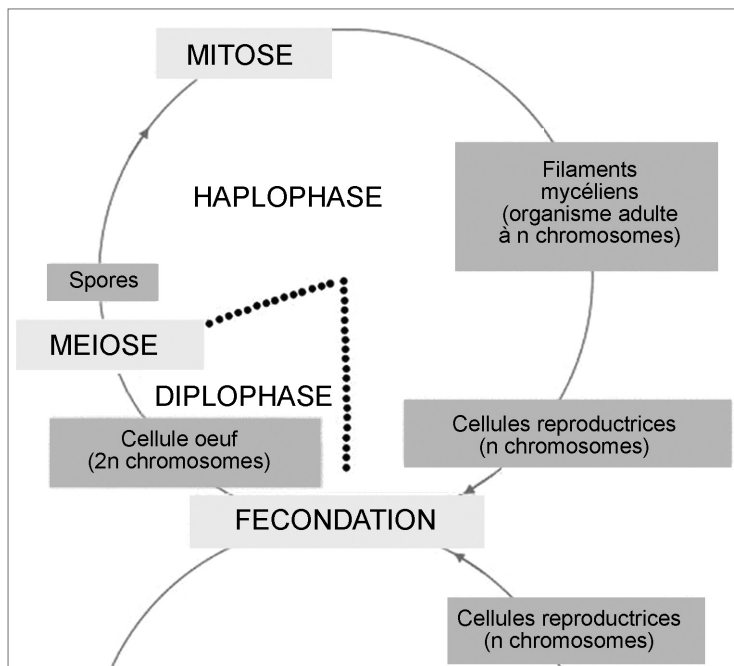


Figure 2a. Schéma du cycle de développement haploïde du champignon *Sordaria*

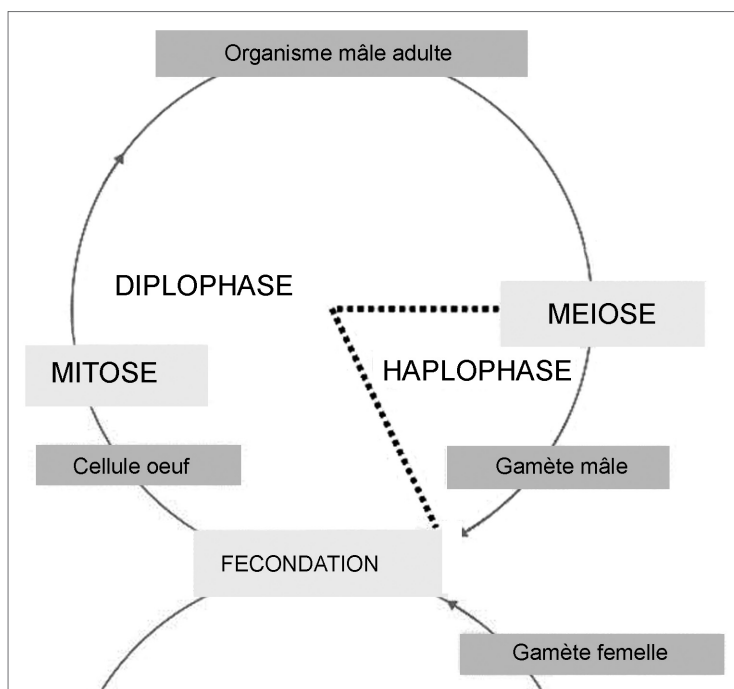


Figure 2b. Schéma du cycle de développement diploïde des mammifères

I-2. Cycle de développement d'un organisme diploïde : ex. l'Homme

L'Homme et l'ensemble des organismes supérieurs sont diploïdes, c'est-à-dire que l'ensemble des cellules de l'organisme, à l'exception des gamètes, possède deux exemplaires de chaque chromosome ; la phase haploïde est réduite aux gamètes (Fig. 3).

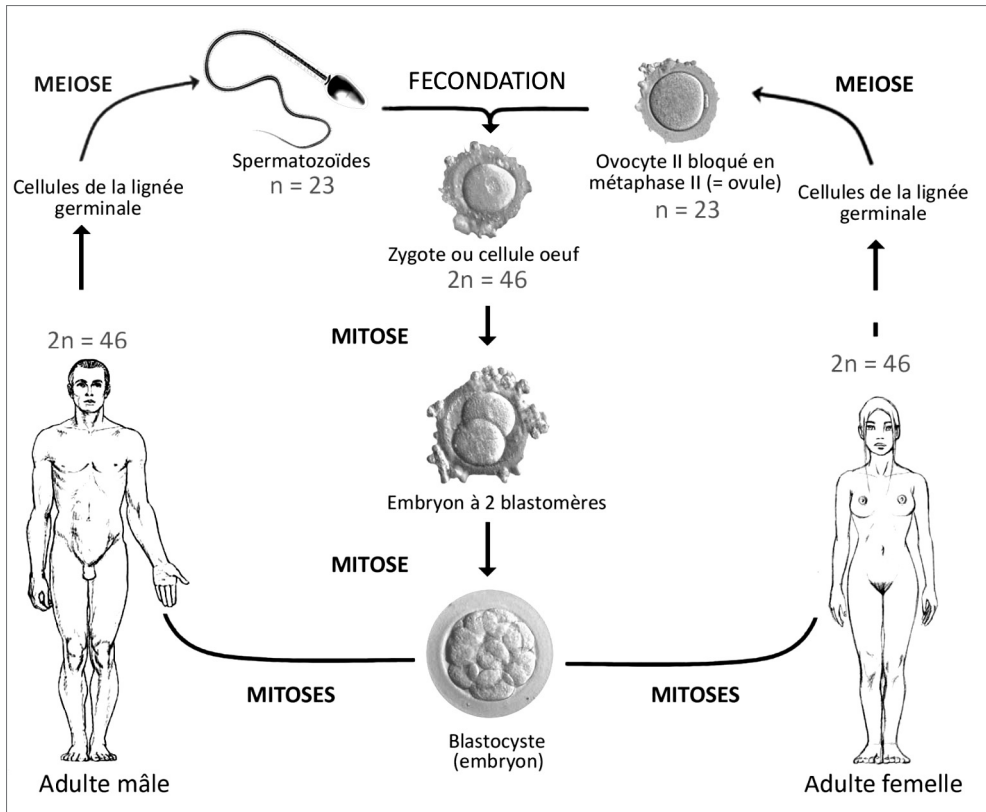


Figure 3. Le cycle de développement de l'Homme

Ainsi la phase dominante du cycle correspond à la phase diploïde : le cycle est donc **diploïde**.

II. Les étapes de la méiose

La méiose est la succession de deux divisions cellulaires. Chaque division a été découpée sur des critères histologiques en 4 phases : prophase, métaphase, anaphase et télophase.

II-1. La première division de la méiose

Elle est dite **réductionnelle** car elle divise par 2 le nombre de chromosomes.

II-1.1. La prophase I

Les chromosomes, constitués de deux molécules d'ADN identiques, se condensent par spiralisation (Fig. 4) ; chacune des molécules d'ADN donne naissance à une chromatide. Ainsi, le chromosome apparaît formé de deux chromatides contenant exactement la même information génétique. Ces deux chromatides dites « sœurs » sont unies par le centromère.

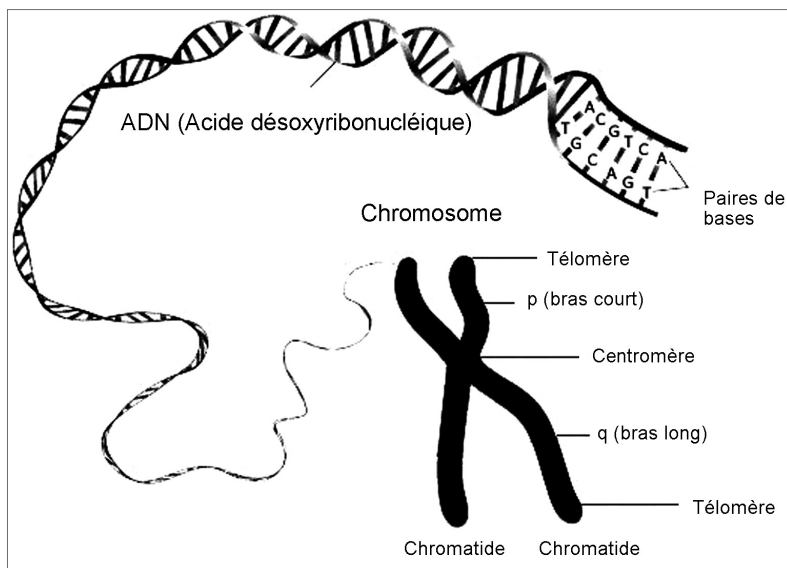


Figure 4. La structure du chromosome

Chromatide : une chromatide est une molécule d'ADN (le nucléofilament) associée à des protéines histones et des protéines non-histones. Une chromatide a la forme d'un bâtonnet qui peut avoir différents degrés de condensation suivant les moments du cycle cellulaire ou l'activité de transcription des gènes. La chromatide n'apparaît sous cette forme que durant les divisions cellulaires (mitose ou méiose). Le reste du temps, l'ensemble des chromatides forme la chromatine.

Les chromosomes homologues s'apparient et forment des tétrades (Fig. 5). Au niveau des tétrades s'observent des chevauchements de chromatides homologues appelés chiasmas ; à leurs niveaux, peuvent s'opérer des coupures entre deux chromatides homologues et l'échange de fragments de chromatides homologues (= crossing over) (Fig. 6).

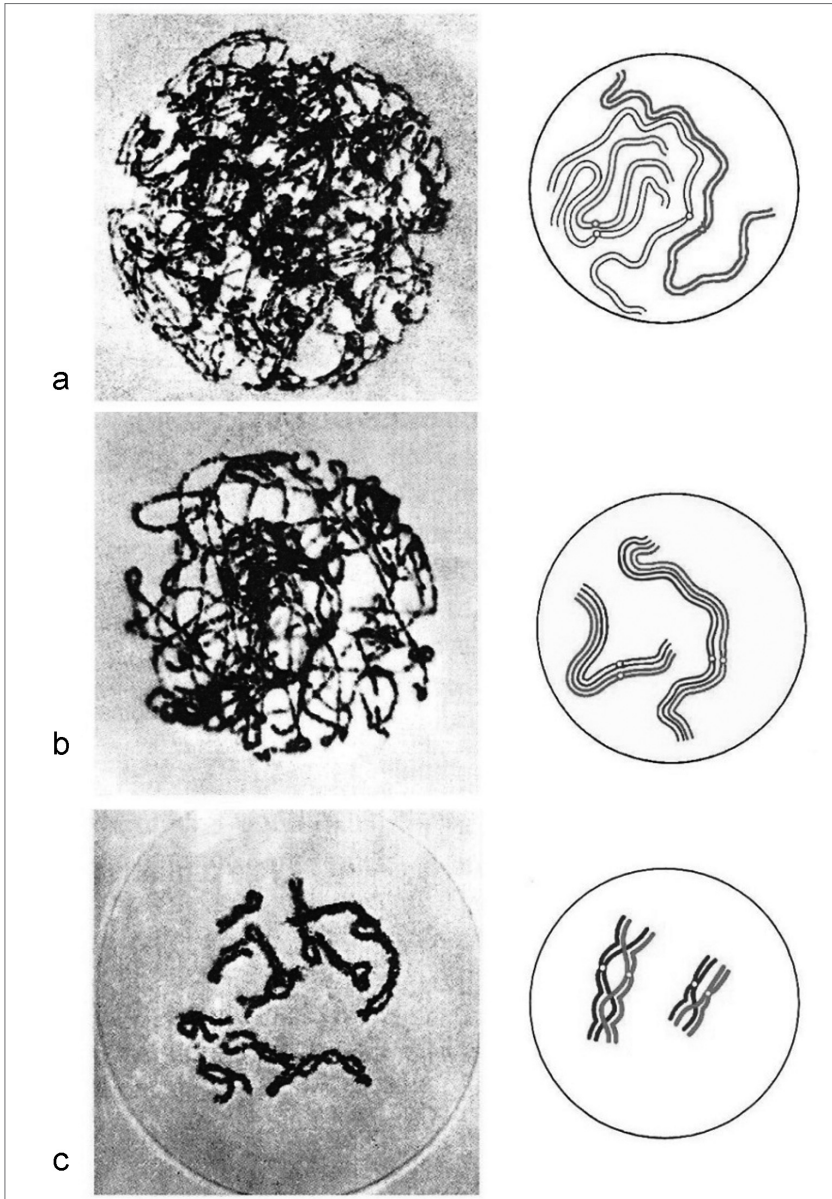


Figure 5. Trois étapes successives de la prophase I (illustration pour une cellule végétale)