Université d'Oran 1, Faculté De Médecine, Département de Médecine,
Service D'histologie-Embryologie Dr R. Ghalamoun-Slaimi Dr N Belarbi-Amar
Cour de Cytologie des étudiants de 1ère année de Médecine

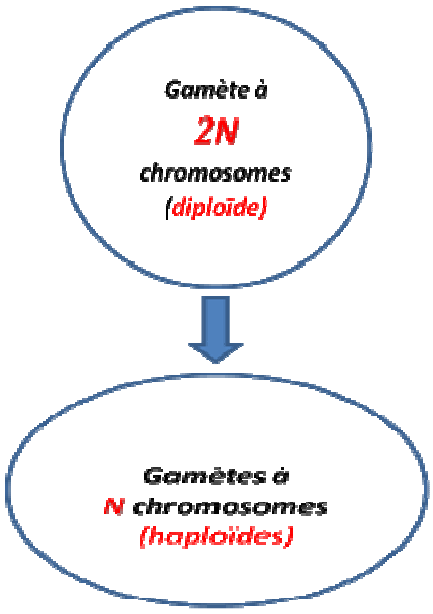
MÈIOSE

I. DEFINITION et GÉNÉRALITÉS

On peut définir la méiose comme la succession de deux divisions cellulaires qui suivent **une seule phase de réplication de l'ADN** conduisant en théorie à la formation de quatre cellules haploïdes pour une cellule diploïde qui entre en méiose. Ce mécanisme propre à la gamétogenèse permet la production des gamètes haploïdes afin que soit rétabli le nombre de chromosomes spécifique de l'espèce lors de la fécondation.

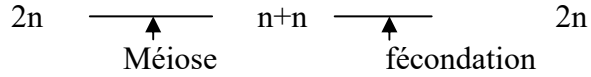
-Le mot ''**méiose**'' signifie réduction.
- c'est un mode de division cellulaire propre à la **lignée germinale**, qui assure
  - ✓ la réduction
  - ✓ et le brassage des informations génétiques maternelle et paternelle dans les cellules germinales.

-Elle comprend deux divisions : une première division méiotique appelée « **méiose réductionnelle** » et une deuxième division méiotique dite « **équationnelle** ».



La finalité de la méiose est :

1. La réduction du nombre de chromosomes ; qui de diploïde (2n) devient haploïde (n).



2. La transmission de l'information génétique
3. Le brassage des informations génétiques paternelles et maternelles.
4. Une diversification maximale des individus au sein de l'espèce

II. DESCRIPTION DE LA MEIOSE

La méiose est précédée d'une longue phase de réplication des chromosomes. A la fin de cette phase, chacun des deux chromosomes homologues, l'un d'origine paternelle, l'autre d'origine maternelle, est constitué de deux chromatides sœurs, étroitement accolées par leurs bras et leurs centromères.

Chaque division méiotique est subdivisée en quatre stades: une prophase, une métaphase, une anaphase et une télophase.

A. La 1ère division méiotique :

Elle se distingue par sa longueur et la complexité de sa prophase au cours de laquelle se font les grands événements de la méiose. C'est au cours de cette division que se déroulent la réduction du nombre des chromosomes et les phénomènes de recombinaison génétique.

1. La Prophase I :

Cette phase occupe presque la totalité de la méiose (90% du temps de la méiose).
Elle est subdivisée en cinq stades, définis par les aspects chromosomiques observés au cours de cette étape : les stades leptotène, zygotène, pachytène, diplotène et diacinèse.

a. Le stade leptotène :

Les chromosomes s'individualisent sous la forme de longs filaments attachés par leurs extrémités à la membrane nucléaire. Chaque filament est constitué de deux chromatides sœurs étroitement accolées l'une à l'autre. Lors de ce stade, la recherche de l'homologue permettra les appariements « gène à gène » des chromosomes.

b. *Le stade zygotène :*

Il est marqué par le début des appariements chromosomiques appelés **synapsis.** Au cours de ce stade, les extrémités des chromosomes se réunissent à un pôle du noyau, c'est pour cette raison que ce stade est appelé « stade en bouquet ». L'appariement se propage sur toute la longueur des deux homologues, il débute le plus souvent au niveau des télomères puis s'étend progressivement à toute la longueur des chromosomes.

c. *Le stade pachytène :*

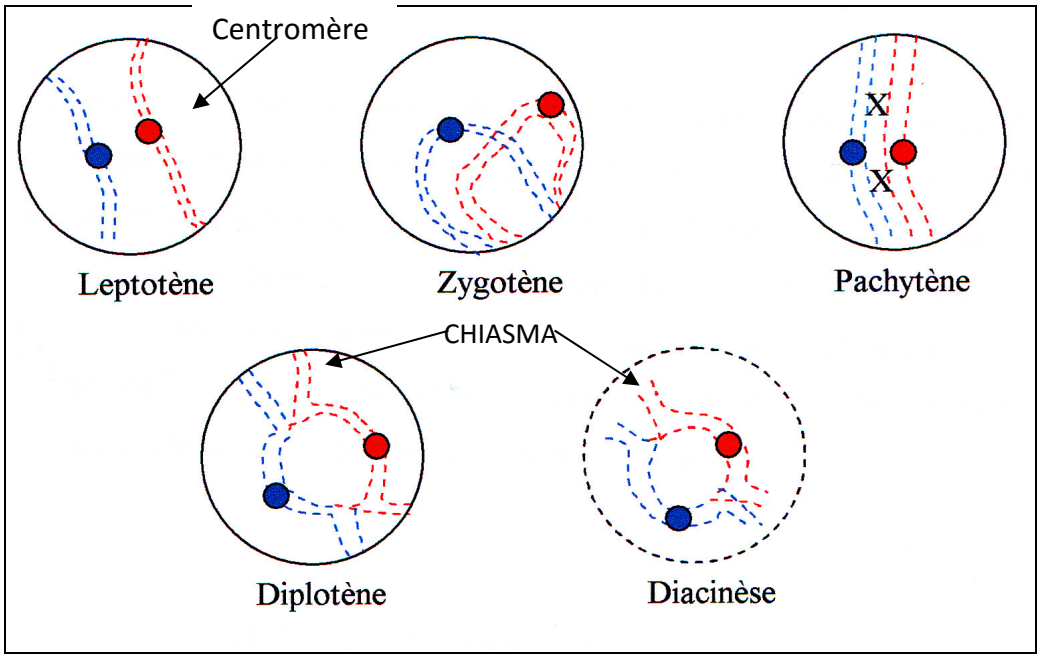
Il est marqué par l'achèvement du synapsis. Les chromosomes homologues sont appariés sur toute leur longueur, constituant les bivalents.

d. *Le stade diplotène :*

Au cours du stade diplotène, il se produit une dissociation des bivalents ou désynapsis par séparation des chromosomes homologues. Ceux-ci restent attachés les uns aux autres par les **chiasmas** qui sont des témoins des **crossing-over.** Il existe au moins un chiasma par bivalent, c'est le chiasma obligatoire qui assure la ségrégation. Il existe au moins un chiasma par bivalent.

e. *La diacinèse :*

C'est une transition entre le diplotène et la métaphase I ; ce stade marque la fin de la prophase I, les chromosomes se condensent à nouveau, la membrane nucléaire disparaît. La prophase de première division méiotique est achevée.

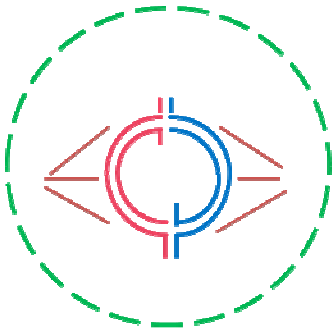


Les aspects cytogénétiques de la prophase de la première division méiotique

2. Métaphase I :

K

Les bivalents se disposent au niveau de la plaque équatoriale et sont attachés aux fibres du fuseau par les kinétochores. Du fait de la compaction des chromosomes, les chiasmas sont bien visibles à ce stade.



3. Anaphase I :

Elle débute avec la rupture des chiasmas, les chromosomes homologues se séparent et ce sont des chromosomes ayant chacun deux chromatides sœurs unies par leur centromère qui migrent aux pôles opposés du fuseau. C'est au cours de cette qu'est réalisée la ségrégation au hasard des chromosomes

homologues. Par ce mécanisme, chaque gamète reçoit un lot haploïde de chromosomes constitué d'un mélange différent de chromosomes paternels et maternels. Comme la cellule qui entre en méiose contient n paires de chromosomes homologues, le nombre de combinaisons chromosomiques qui peuvent être obtenues par ségrégation au hasard des chromosomes est de 2^n chromosomes. Chez l'être humain, le nombre de possibilités de gamètes différents est de **$2^{23} = 8.4 \times 10^6$.**

4. **Interphase entre les deux divisions méiotiques** ; brève et sans réplication de l'ADN.

B. La deuxième division méiotique :

Elle ressemble à une division mitotique dont elle se distingue par deux différences :

- Elle se déroule sur des cellules haploïdes ;
- Elle n'est pas précédée d'une synthèse d'ADN.

A l'anaphase II, la séparation des chromatides sœurs se fait par le clivage des centromères, les deux chromatides migrant vers les pôles opposés du fuseau. Les membranes nucléaires réapparaissent à la télophase et la chromatine se décondense à nouveau. Chaque cellule germinale fille contient n chromosomes possédant chacune **une seule chromatide** et une quantité d'ADN égale à Q.

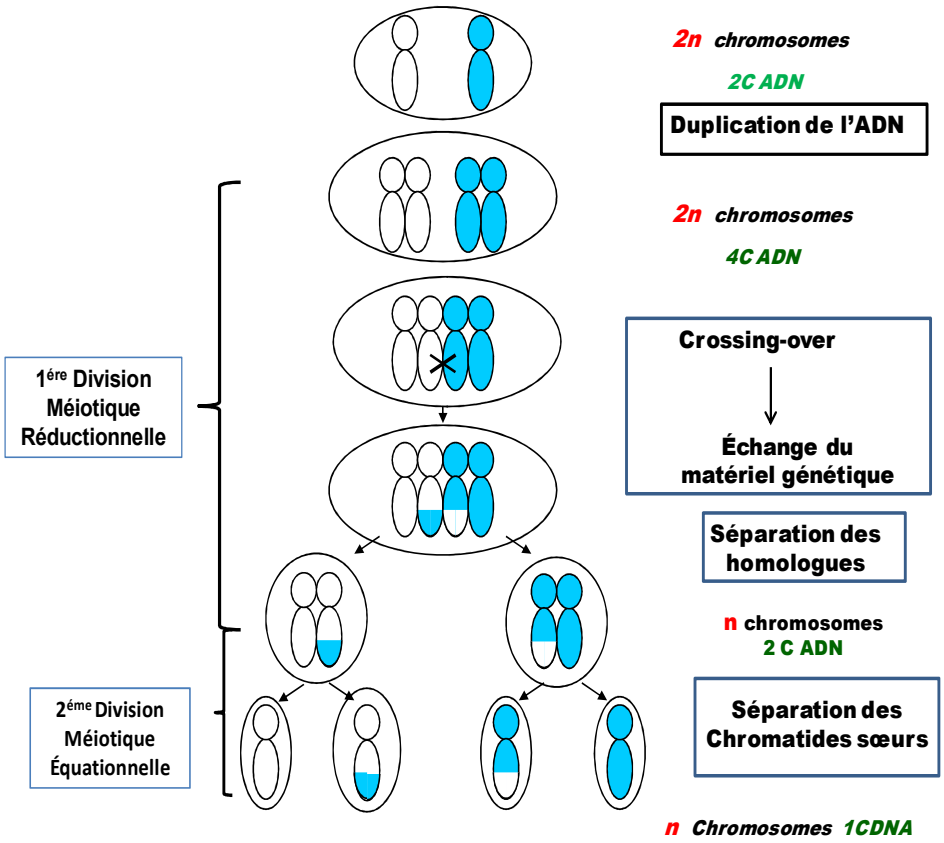


Schéma général de la méiose

C. Les événements particuliers de la première division méiotique :

Des événements d'une importance fondamentale pour la gamétogenèse et la fertilité de l'homme, tels que **l'appariement des chromosomes homologues** et **la recombinaison génétique**, se déroulent au cours de la prophase de la 1ère division méiotique. En effet, de ces événements dépendent la ségrégation des chromosomes homologues et la poursuite de la méiose.

Toute anomalie de ces événements peut se manifester par un arrêt de la méiose ou par l'apparition d'une anomalie de la ségrégation des chromosomes qui conduit à la formation de gamètes présentant un déséquilibre chromosomique. Les anomalies chromosomiques de nombre les plus fréquemment rencontrées sont les aneuploïdies, les diploïdies, triploïdies ou tétraploïdies.

1. ***l'appariement des chromosomes homologues :***

L'appariement des homologues se fait en deux étapes :

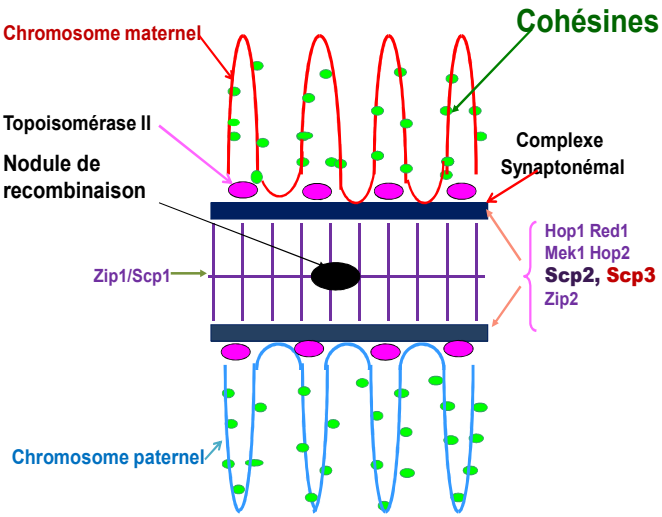
1-une étape commune à la mitose et à la méiose, la cohésion des chromatides sœurs.

- Rôles de la cohésion: ¤ stabilité des chiasmas

¤ ségrégation des homologues

-Anomalies de la cohésion: ¤ séparation prématurée des chromatides sœurs entrainant comme exemple d'anomalie : la trisomie 21.

-2-une étape spécifique de la méiose, l'appariement des chromosomes homologues qui se fait grâce à une structure protéique appelée complexe synaptonémal.



-

Schéma du Complexe Synaptonémal

2. ***La recombinaison génétique et la formation des chiasmas :***

- La recombinaison génétique joue un rôle essentiel au cours de la première division méiotique en assurant la diversité du patrimoine génétique dans les gamètes et la ségrégation ordonnée des chromosomes lors de la première division méiotique.
- Les chiasmas sont la traduction cytologique des crossing-over. le nombre de chiasmas par noyau dans l'espèce humaine est de 50 chez l'homme et de 52 chez la femme.

III. LA CHRONOLOGIE DE LA MEIOSE

La méiose spermatocytaire débute à la puberté et les biopsies testiculaires montrent la présence de cellules méiotiques jusqu'à un age avancé de la vie. Chez l'homme, la méiose dure 24 jours dont 23 pour la 1ère division et 1 jour pour la 2ème division.

La méiose ovocytaire est beaucoup plus complexe dans sa chronologie. Elle débute pendant la vie fœtale à partir de la 10ème semaine jusqu'au 8ème mois de la vie intra-utérine, les ovocytes sont bloqués diplotène. Le redémarrage de la méiose se fait à partir de la puberté jusqu'à la ménopause.

IV. LES ANOMALIES DE LA MEIOSE

1. Chromosomiques

- *de novo*: accident méiotique: de la ségrégation (anomalies de nombre), de la recombinaison (anomalies de structure)

- *héritées*: comportement méiotique des anomalies chromosomiques

2. Géniques

- anomalies méiotiques : .Arrêts de la méiose, Anomalies de l'appariement,

Anomalies de la recombinaison

3. Conséquences sur la fonction de reproduction

- Défaillance de la gamétogenèse = infertilité