

# Biologie Moléculaire



# F – La Méiose

## I. Généralités

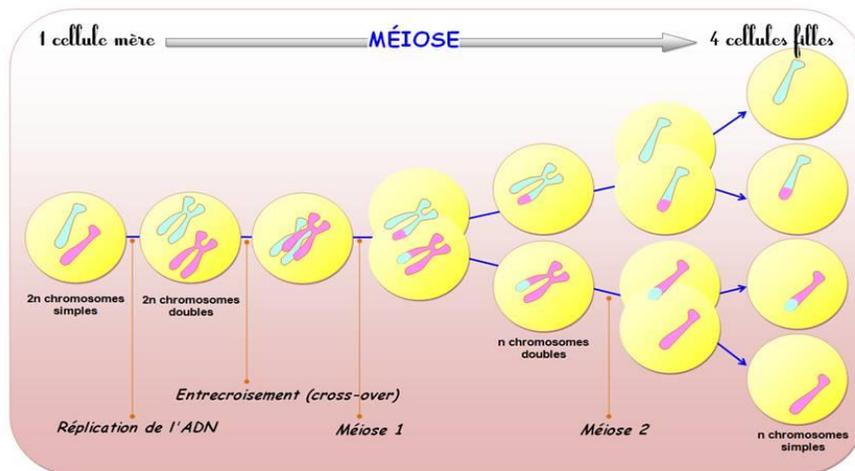
La Méiose est constituée de 2 divisions **successives sans phase de réplication** entre les deux permettant la transmission du patrimoine génétique !!!!!

**\*Une 1ere division réductionnelle ( le nombre de K est divisé par 2) ou méiose 1 :**

on part d'**1 cellule diploïde** (2n chromosomes à 2 chromatides)  
pour arriver à **2 cellules haploïdes** (n chromosomes à n 2 chromatides).

**\*Une 2ème division équationnelle ( Le nombre de chromosomes est inchangé)**

**ou méiose 2** (ressemble à une mitose classique):  
on part de **2 cellules haploïdes** (n chromosome a 2 chromatides)  
pour arriver à **4 cellules haploïdes** (n chromosome à 1 chromatide).



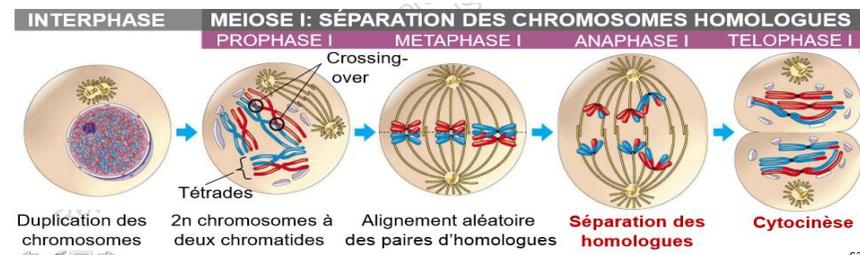
## II. Etapes de la Méiose

### A) Méiose 1 ou réductionnelle

| Phases      | Mécanismes   |
|-------------|--|
| Prophase 1  | <b>Appariement physique des chromosomes homologues</b> : formation de <b>tétrades</b> . Des échanges de matériel génétique sont alors possibles, c'est le <b>crossing-over</b> ou brassage <b>INTRACHROMOSOMIQUE</b> . |
| Métaphase 1 | Alignement aléatoire des tétrades à l'équateur de la cellule : c'est le brassage <b>INTERCHROMOSOMIQUE</b> .   |
| Anaphase 1  | Les chromosomes homologues sont attirés vers les pôles opposés de la cellule.  |
| Télophase 1 | <b>Cytocinèse</b> (division du cytoplasme), on a alors 2 cellules haploïdes à n chromosome et 2 chromatides.   |

Un brassage génétique a lieu au cours de la méiose 1.

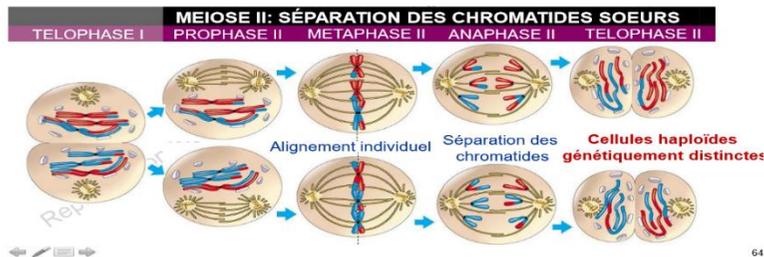
À la fin de la méiose 1, les cellules obtenues sont génétiquement différentes entre elles et avec la cellule mère.



**B) Méiose 2 ou équationnelle**

| Phases      | Mécanismes   |
|-------------|--|
| Prophase 2  | Les chromosomes sont dans la cellule.                              |
| Métaphase 2 | Alignement des chromosomes à l'équateur de la cellule.             |
| Anaphase 2  | Les chromatides sont attirés vers les pôles opposés de la cellule. |
| Télophase 2 | Formation de 4 cellules génétiquement distinctes.                  |

**ATTENTION :** Un brassage génétique à également lieu au cours de la méiose 2. Cette deuxième phase ressemble à une **mitose classique**.



|   | Mitose  | Méiose   |
|---|---|--|
| Rôle  | Crée de nouvelles cellules (Remplacement cellulaire et croissance)      | Crée de nouveaux individus (Reproduction)                          |
| Siège de survenue                                 | Cellules somatiques   | Cellules germinales  |
| Nombre de divisions après l'étape de répllication | Une division  | Deux divisions   |
| Alignement des chromosomes en métaphase           | Individuel  | Par paires en méiose I<br>Individuel en méiose II                  |
| Nombre de cellules filles                         | Deux  | Quatre   |
| Nombre de jeux de chromosomes des cellules filles | Deux jeux (cellules diploïdes)  | Un jeu (cellules haploïdes)  |
| Génotype des cellules filles                      | Identiques entre elles et à la cellule parentale (pas de crossing over) | Différentes entre elles et de la cellule parentale (crossing over) |

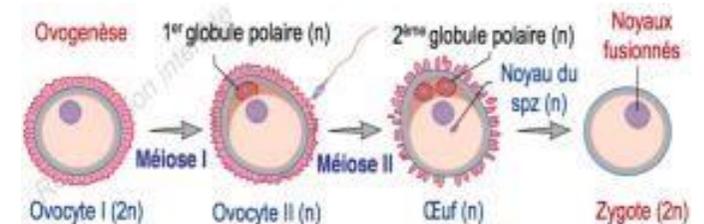
**C) Formation des gamètes**

Le mécanisme est le **même** dans les 2 sexes mais **diffère dans le temps**. Ce sont les spermatocytes 1 (chez l'homme) et les ovocytes 1 (chez la femme) qui subissent la méiose.

**Chez la femme :**

Les ovogonies se différencient en ovocyte 1 avant la naissance et se bloquent en **prophase 1**.

Lors de l'ovulation, un ovocyte 1 reprend sa méiose puis donne un ovocyte 2 et un globule polaire (possédant le **même** matériel génétique).

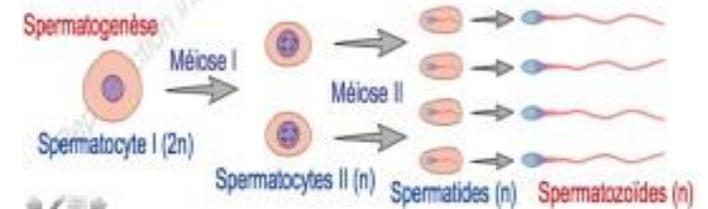


L'ovocyte 2 se bloque en **métaphase 2**.

Cet ovocyte terminera sa méiose s'il est fécondé par un spermatozoïde. Il donnera alors un ovotide (œuf) et un 2<sup>nd</sup> globule polaire.

**Chez l'homme (> à la femme ;):**

Les spermatogonies se différencient en spermatocytes 1 à partir de la puberté puis de façon **continue**.



### III. Brassage Génétique

La méiose assure la **diversité génétique** par plusieurs mécanismes :

#### 1. Assortiment aléatoire

L'**assortiment aléatoire** des chromosomes paternels et maternels permet de produire  $2^{23} = 8.4$  millions combinaisons de gamètes distinctes. C'est SANS tenir compte des éventuels crossing-over, ce qui **augmente** encore le nombre de combinaisons possibles.

#### 2. Union aléatoire

L'union aléatoire d'un spermatozoïde et d'un ovocyte produit  $(2)^{23} \times (2)^{23} = 70\ 000$  milliards possibilités de zygotes.

### IV. Mutaions et Anomalies du génome

#### A. Transmission de la mutation

2 cas de figure sont possibles ici :

--- Si la mutation est présente uniquement dans l'ADN des **cellules somatiques**, elle sera retrouvée dans **toutes les cellules filles issues de la mitose** mais ne seront **jamais** transmises à la descendance.

--- Si elle est présente dans l'ADN des **spermatogonies ou des ovogonies**, elle sera retrouvée **dans les gamètes** qui hériteront du gène porteur et seront **potentiellement** transmises à la descendance.

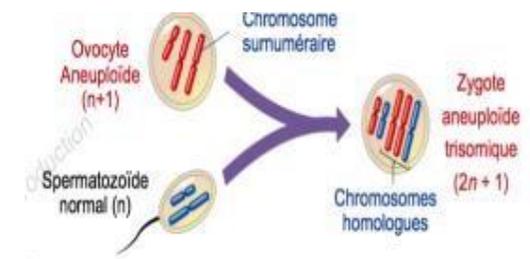
### B. Anomalies de la méiose

La formation de tétrades **réduit le risque de formation de gamètes anormaux**. La tétrade se forme entre paire de chromosomes **homologues** ce qui évite la formation de gamètes avec un nombre anormal de chromosome. Pour les chromosomes X et Y, il existe deux régions homologues **PAR1 et PAR2** leur permettant de s'apparier. Nb : il y a des crossing-over UNIQUEMENT dans ces régions

#### 1. Les anomalies de nombres

Des chromosomes ou chromatides **peuvent ne pas se séparer**, ce qui conduit alors à un gamète avec  $n+1$  ou  $n-1$  chromosomes. Cela survient au cours de la méiose 1 et de la méiose 2.

Après fécondation, le zygote formé est appelé **aneuploïde**. S'il contient 1K en plus, on parle de **trisomie**, s'il a un K de moins de **monosomie**. Le K touché peut être un autosome ou un gonosome.



Ces aneuploïdies sont de sévérités **variables** :

**Elles sont plus sévères chez les autosomes** (à cause du nombre de gènes). Ex : les trisomies 13 et 18 (1/10000) sont viables quelques semaines ; la trisomie 21 (1/700) est la plus fréquente et la moins sévère, sa fréquence augmente avec l'âge de la mère.



**Chez les gonosomes, la sévérité est moindre.** Ex : le syndrome de Turner (X0) et de Klinefelter (XXY) sont les plus fréquentes.

## 2. Les anomalies de structure

Elles sont diverses avec des conséquences variables.

⇒ **Délétion** ou **duplication** d'une partie chromosomique : favorisée par la présence de séquence répétée.

⇒ **Inversion**

⇒ **Translocation réciproque** (échange de région entre 2 K non homologues)

Il y a 2 mécanismes différents pouvant causer la trisomie 21.

- La trisomie est libre et équilibrée (96% des cas) et c'est dû à un défaut de séparation des chromosomes lors de la méiose. Le risque de récurrence est donc **faible**.
- La trisomie est non libre (4% des cas) et c'est dû à une **translocation robertsonienne** (14 ;21 : c'est-à-dire que le chromosome 21 s'est transloqué sur le chromosome 14). Le risque de récurrence est plus **élevé** puisque ce chromosome 14 :21 est présent dans toutes les cellules du parent.

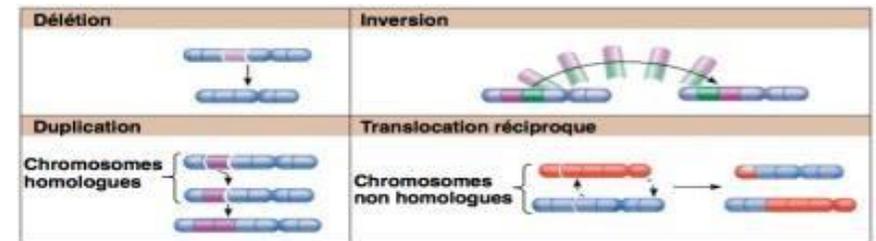


## C. Le Caryotype

Il permet d'analyser les chromosomes.

Il peut être réalisé après la naissance par **prise de sang** ou **analyse des tissus** si :

- On cherche une anomalie génétique constitutionnelle
- On est face à un couple infertile ou avec des antécédents d'avortements spontanés à répétition ;
- On a une famille avec une anomalie de structure connue
- On cherche la caractérisation d'une pathologie somatique acquise.



Ou bien avant la naissance si :

- On a une probabilité de trisomie 21 < 1/250 au 1<sup>er</sup> ou 2<sup>ème</sup> trimestre de grossesse
- On a des signes évocateurs d'une maladie chromosomique à l'échographie
- On a des antécédents familiaux de maladie chromosomique
- On a une possible maladie liée au sexe.

Il peut alors être réalisé par **amniocentèse** (ponction du liquide amniotique qui contient les cellules fœtales à partir de la 14<sup>ème</sup> semaine d'aménorrhée. La procédure est risquée avec 1% de risque de fausse couche) ce qui nécessite une mise en culture.

Ou alors par ces cellules fœtales peuvent être obtenues par **biopsie** des villosités chorales. La procédure est plus précoce et est légèrement plus risquée, le caryotype est également obtenu plus facilement.

## V. Points clés

### La méiose permet la formation des gamètes

- Elle est constituée de **2 divisions successives**
- Elle aboutit à des cellules **haploïdes**, les gamètes
- Ces cellules ne contiennent qu'un exemplaire de chaque chromosome
- Elle favorise la **diversité génétique**
- Elle permet (avec la fécondation) la **transmission du matériel génétique** de génération en génération
- Des **erreurs** peuvent survenir lors de la méiose
- Certaines sont des anomalies de **nombre**, d'autres de **structure**
- Le **caryotype** permet d'analyser les chromosomes
- Il peut être réalisé **après** la naissance ou en **prénatal**

## Dédicace

*Ce cours sur la méiose est beaucoup moins complet que celui que vous avez en BDR, Juste le fait d'apprendre votre cours en BDR vous permettra de comprendre 90% de cette partie du professeur Naïmi. Il reste quand même une petite partie non vue en BDR → il faut **quand même** l'apprendre.*

*Cela fait déjà 3 semaines que vous êtes rentrés en cours, Il faut que vous continuiez à avancer ce n'est pas fini. Normalement à ce stade vous vous êtes habitués à la PACES, vous avez trouvé votre rythme et il ne faut **SURTOUT PAS LACHER !!!!!** A chaque moment où vous perdez espoir, où vous avez un coup de mou, où vous fatiguez, **Rappelez vous pourquoi vous êtes ici ! pourquoi vous vous battez ! Cela vous permettra d'avancer et de ne pas reculer pour atteindre votre objectif ! Jusqu'à arriver au plus grand bonheur de l'humanité :***

### La P2

*Pour vous remontez le moral voici quelques photos dossiers des tuteurs ;)*

