

Biologie moléculaire

F- La méiose

Elle permet la **transmission du patrimoine génétique**. ++

Elle est constituée d'une **division réductionnelle ou méiose I**, appelée ainsi car **le nombre de chromosomes est divisé par deux**.

La **cellule se divisant** est **diploïde** (2n chromosomes à deux chromatides), elle **produit deux cellules haploïdes** (n chromosomes à deux chromatides).

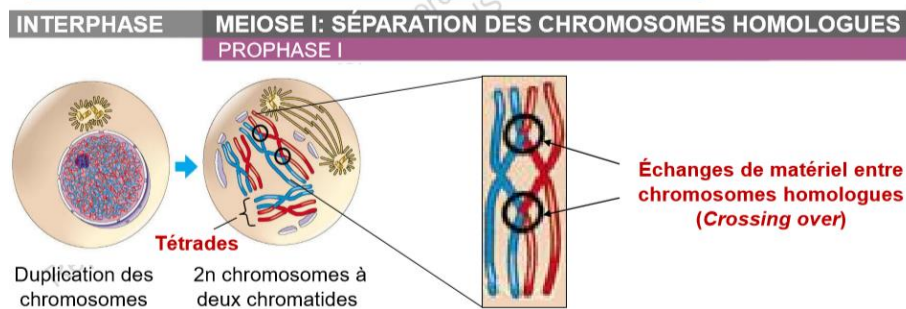
Ces cellules ne possèdent plus **qu'un seul chromosome de chaque paire d'homologue**, soit le chromosome **paternel**, soit le chromosome **maternel**. Suivie d'une **division équationnelle ou méiose II** (ressemble à la mitose), appelée ainsi car le **nombre de chromosomes est inchangé**++ mais les **chromatides des chromosomes sont réparties entre cellules filles**++.

A partir des **deux cellules haploïdes précédentes**, on obtient au final **quatre cellules haploïdes** possédant **n chromosomes à une seule chromatide**++.

Elle assure le brassage de l'information génétique. +++

1- Un brassage à lieu durant la division réductionnelle ou méiose I.

En **prophase I**, les **chromosomes homologues s'apparient physiquement**. Ils forment des **structures à quatre chromatides enchevêtrées (tétrades)** qui permettent des **échanges entre chromatides maternelles et paternelles**. C'est le **crossing over** ou **brassage INTRAchromosomique**.+++

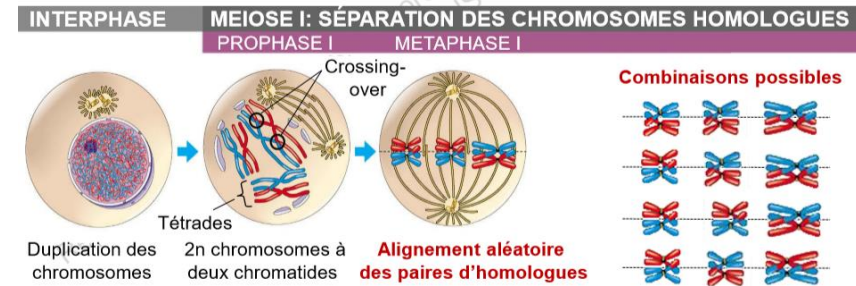


2- Un autre brassage à lieu durant la division réductionnelle ou méiose I :

En **métaphase I**, les **tétrades s'alignent à l'équateur de la cellule**.

Un chromosome se place au hasard d'un coté ou de l'autre de la cellule mais les chromosomes situés du même coté seront attirés au même pôle.

Cet **alignement aléatoire** constitue le **brassage INTERchromosomique**.++

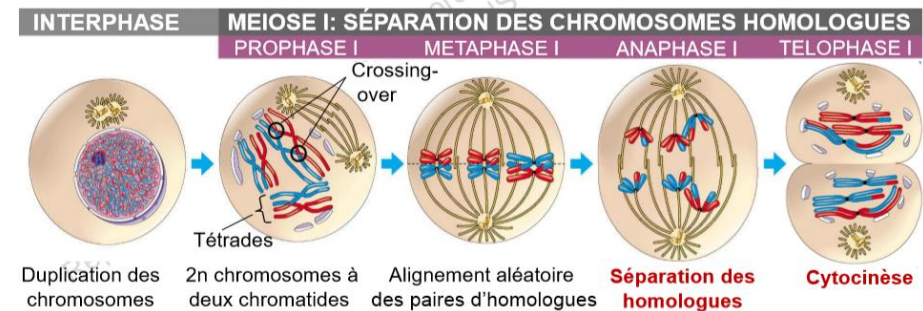


Puis les chromosomes sont séparés et répartis entre cellules filles.

En **anaphase I**, les **chromosomes homologues sont attirés à un pôle opposé**.

En **télophase I**, la cellule subit la **cytocinèse** (division du cytoplasme).

On obtient des **cellules haploïdes** (n chromosomes à deux chromatides) **Sont génétiquement différentes entre elles et de la cellule d'origine**+++

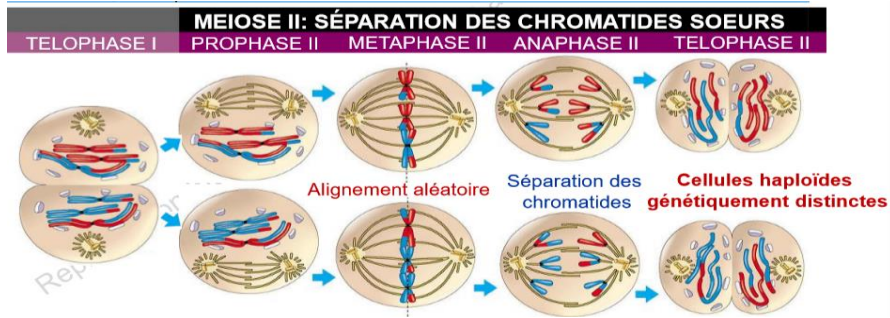


La **division équationnelle** ou **méiose II** ressemble à une **mitose**.

En **métaphase II**, les chromosomes sont alignés de façon aléatoire

En **anaphase II**, les chromatides sont attirés à un pôle opposé

Au final, **chaque cellule fille** contient **n chromosomes à une chromatide**.



COMPARAISON MEIOSE ET MITOSE +++

La **méiose** produit de la « diversité », la **mitose** de « l'identique ».

	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 réplication	Une division	Deux divisions
Alignement des chromosomes en métaphase	Individuel	Par paires en méiose I 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)

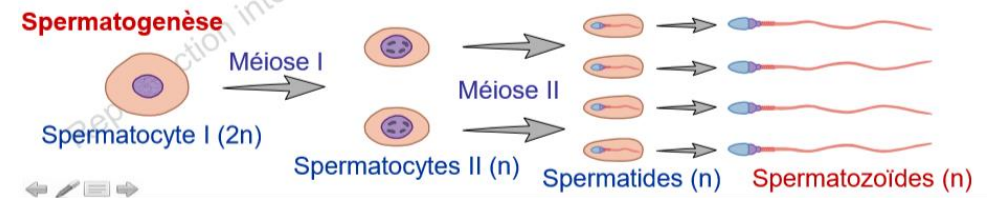
La **méiose** est une **étape de la formation des gamètes**.

Le **principe est identique dans les deux sexes mais diffère dans le temps**.

Initialement, des **cellules souches diploïdes se multiplient** et se **différencient** en **cellules (spermatocytes ou ovocytes)** qui vont entrer en **méiose**.

Chez l'**homme**, les **spermatogonies** produisent des **spermatocytes I** de **façon permanente** à partir de la **puberté** (stock de gamètes renouvelé) et **les spermatocytes I subissent la méiose de façon permanente**.

Chez la **femme**, les **ovogonies se différencient en ovocytes I** avant la **naissance** (stock fixé à la naissance), lesquels restent **bloqués en prophase I**.



Le principe est identique dans les deux sexes mais diffère dans le temps.

L'**entrée en méiose** des **ovocytes I** est liée aux **cycles menstruels**.

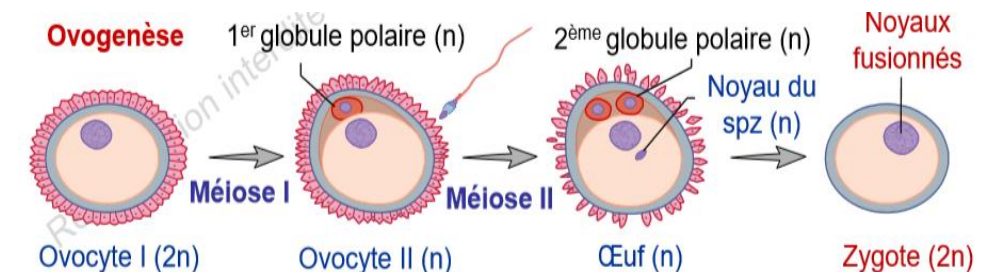
A l'**ovulation**, un **ovocyte I (2n)** achève la **méiose I**.

Il donne un **ovocyte II (n)** et un **globule polaire (n)** plus petit qui **dégénère**.

L'**ovocyte II** débute la **méiose II** mais **s'arrête en métaphase**.

Il ne la terminera que s'il y a **fécondation par un spermatozoïde (spz)**.

Il donne alors l'**ovotide** (ou œuf) et un **second globule polaire (n)**.



La méiose assure la diversité génétique par plusieurs mécanismes :

1) L'assortiment aléatoire des chromosomes paternels et maternels

Produit 223 combinaisons possibles soit 8,4 millions de gamètes distincts
Sans tenir compte du crossing-over entre chromosomes paternels et maternels.

2) L'union aléatoire d'un spermatozoïde et d'un ovocyte

Produit 223×223 soit 70 000 milliards de possibilités de zygotes distincts.

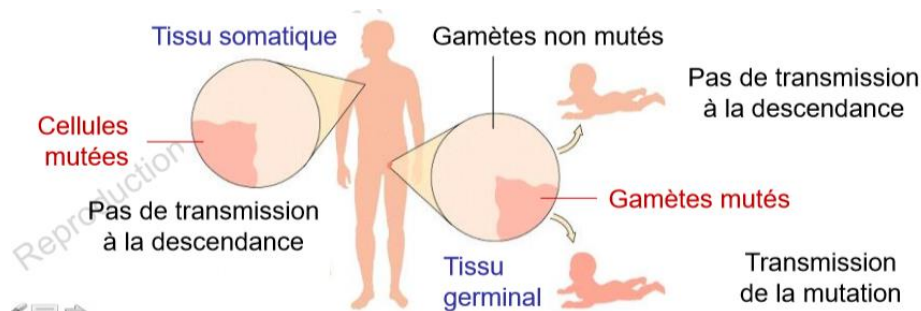
Une mutation est transmise ou non à la descendance :

Si elle est présente uniquement dans l'ADN d'une cellule somatique :

Elle sera retrouvée dans toutes ses cellules filles formées par la mitose
Mais la mutation ne sera jamais transmise à la descendance

Si elle présente dans l'ADN d'une spermatogonie ou ovogonie :

Elle ne sera retrouvée que dans les gamètes qui héritent du chromosome porteur et sera transmise si l'un d'entre eux participe à la fécondation.



Des tétrades se forment au cours de la méiose.

Cela réduit le risque formation de gamètes anormaux.

Grâce aux tétrades, les chromosomes de chaque paire sont correctement appariés ce qui facilite leur migration à un pôle opposé de la cellule
Une tétrade doit se former entre chaque paire d'homologues pour éviter la formation de gamètes contenant un nombre anormal de chromosomes, y compris chez l'homme qui possède deux gonosomes différents X et Y.

Sur ces chromosomes, il existe deux régions homologues appelées **PAR1** et **PAR2** (Pseudo Autosomal Regions)

Ces régions permettent à l'X et à l'Y de s'apparier mais les crossing over ne surviennent que dans ces régions d'homologie.

La méiose peut produire des anomalies de nombre :

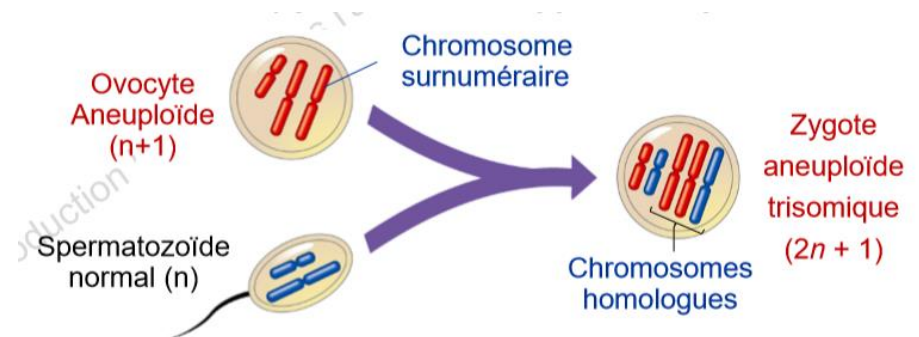
Des chromosomes ou chromatides peuvent ne pas se séparer.

Ces accidents surviennent respectivement en méiose I ou II.

Les gamètes formés ont un nombre anormal de chromosomes.

Par exemple $(n+1)$ dans une trisomie ou $(n-1)$ dans une monosomie, ce chromosome pouvant être un autosome ou un gonosome (X ou Y).

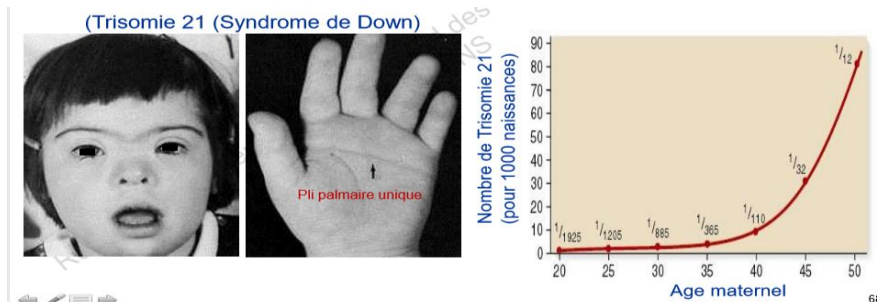
Après fécondation, le zygote formé est appelé aneuploïde.



Les aneuploïdies sont de sévérité variable :

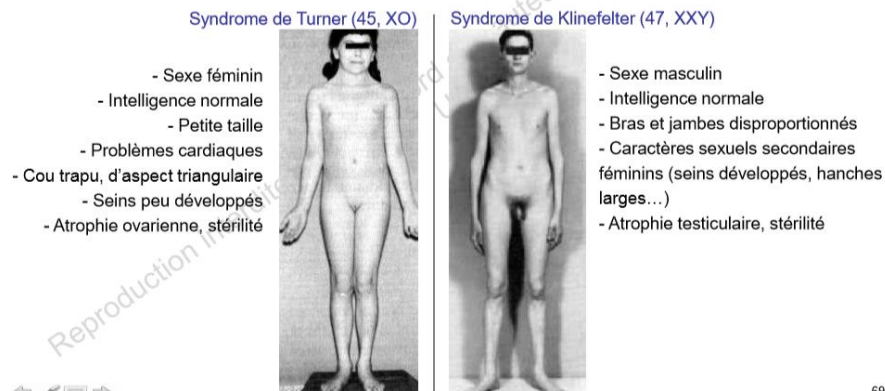
1-Celles concernant les **autosomes** sont les **plus sévères (plus de gènes)**. Les **trisomies 13 et 18** (1/10000) peuvent être **viabiles quelques semaines**.

La **trisomie 21** est la **plus fréquente** (1/700) et la **moins sévère**. Sa **fréquence augmente avec l'âge maternel** (vieillesse des ovocytes).



2-Celles qui concernent les **gonosomes** sont **moins sévères**.

Le **syndrome de Turner (XO)** et de **Klinefelter (XXY)** sont les **plus fréquents**. Dans ces syndromes, **l'intelligence est normale** mais il existe une **stérilité**.



Elle peut aussi produire des anomalies de structure

Elles sont **diverses** et peuvent avoir des **conséquences variées**.

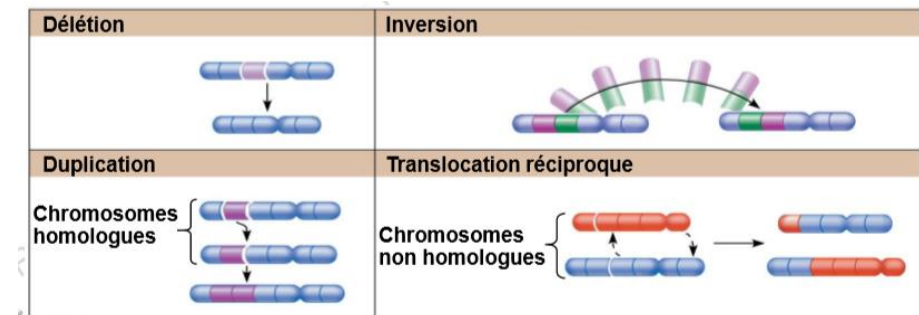
- **Délétion ou duplication d'une région chromosomique**

Sont favorisées par l'existence de séquences répétées dans le génome

- **Inversion** (changement d'orientation tête bêche d'une région)

- **Translocation réciproque**

- **Échange de régions entre chromosomes non homologues**



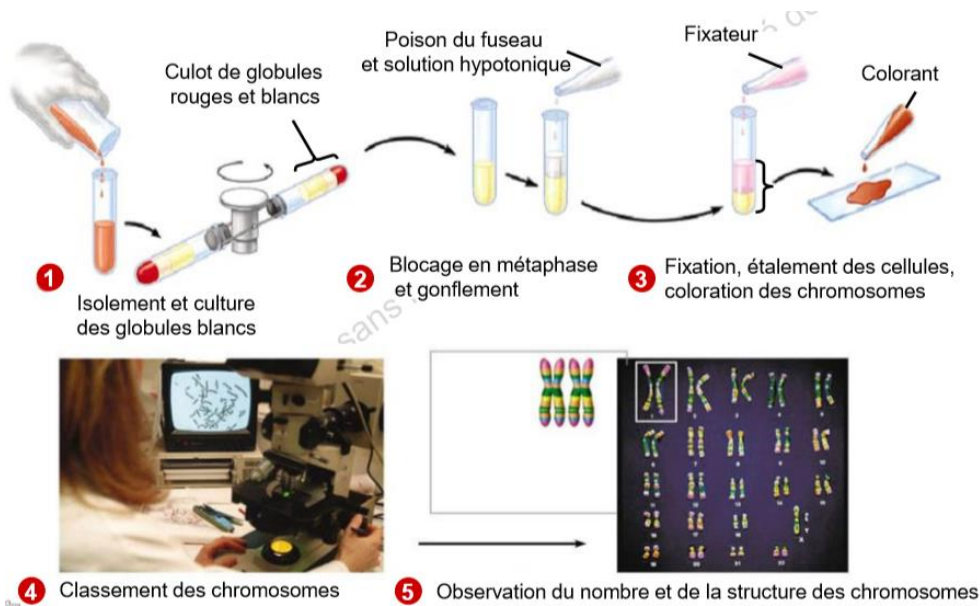
Deux mécanismes différents peuvent causer une trisomie 21 :

1-Trisomie 21 libre et équilibrée dans **96% des cas** par défaut de séparation en méiose produisant un unique gamète trisomique (**risque de récurrence faible**)

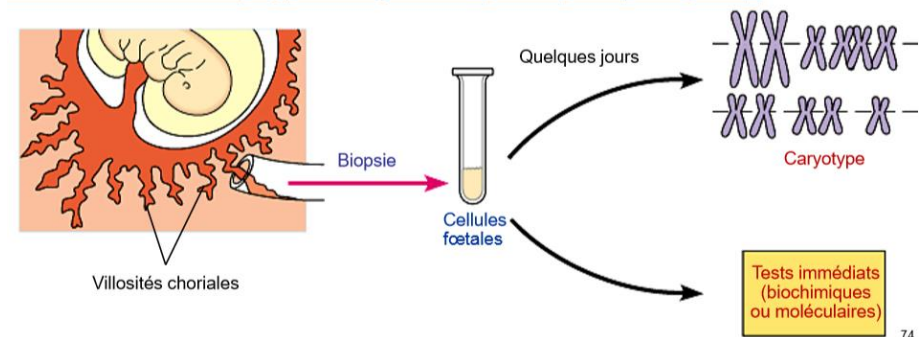
2-Trisomie non libre dans **4% des cas** par translocation robertsonienne (14;21), présente dans toutes les cellules d'un des parents (**risque de récurrence élevé**)

Le caryotype permet d'analyser les chromosomes :

- Il peut être réalisé après la naissance (prise de sang, fragment de tissu)



-Les **cellules fœtales** peuvent également être obtenues par **biopsie de villosités choriales**. Le **risque d'interruption de grossesse liée au geste** est à peine **plus important** mais la **procédure est précoce**, réalisée dès **10-12 semaines d'aménorrhée**. L'obtention du caryotype est également plus **rapide (4 à 7 jours)**.



Points clés

La méiose permet la formation des gamètes
 Elle est constituée de deux 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

-Il peut être réalisé à partir d'une amniocentèse

Cette **ponction de liquide amniotique** contient des **cellules fœtales**.

La procédure est **risquée** (1% de fausse couche) et réalisée à partir de **14 semaines d'aménorrhée**. L'obtention du caryotype nécessite une **mise en culture (2-3 semaines)**.

