

LA MEIOSE



I/ DEFINITION

La méiose est un processus de division cellulaire permettant la transmission du patrimoine génétique +++.

Elle est constituée de 2 divisions :

① La 1^{ère} division est dite réductionnelle ++

Le nombre de **CHROMOSOMES** (\neq chromatides) est divisé par 2.

→ Elle produit deux cellules haploïdes (n à deux chromatides) à partir d'une cellule diploïde ($2n$ à deux chromatides)

→ Ces cellules ne possèdent qu'un seul chromosome de chaque paire, soit le paternel, soit le maternel.

② La 2^{ème} division est dite équationnelle ++

Le nombre de chromosomes est inchangé mais le nombre de **CHROMATIDES** est divisé par 2.

Attention au piège chromosome/chromatide 😊

→ Finalement on obtient 4 cellules filles avec chacune un chromosome à une chromatide.

II/ BRASSAGE DE L'INFORMATION GENETIQUE

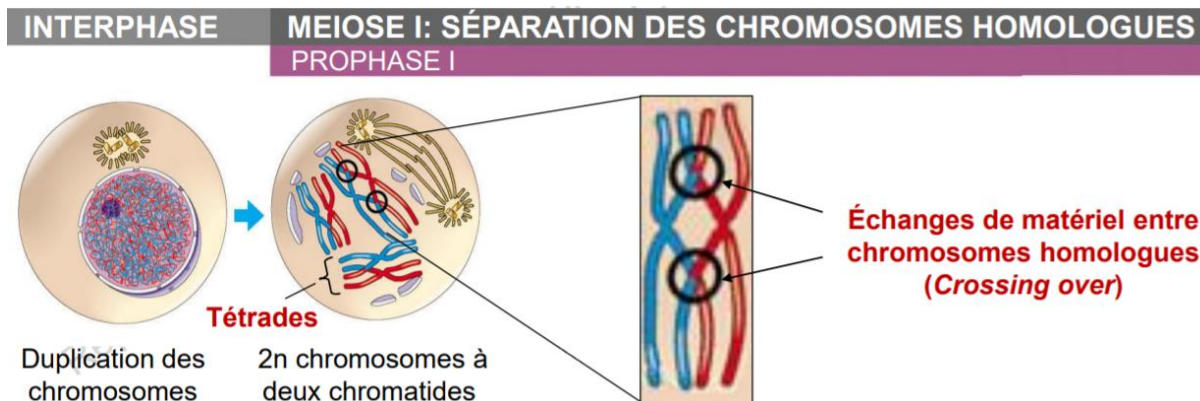
La méiose permet le brassage de l'information génétique +++

Un brassage à lieu pendant la division réductionnelle ou méiose 1.

→ En prophase 1, les chromosomes homologues s'apparient physiquement et forment des structures enchevêtrées appelées tétrades.

→ Cette structure permet l'échange de chromatides entre les deux chromosomes homologues.

C'est le CROSSING-OVER +++ ou brassage INTRA-chromosomique.



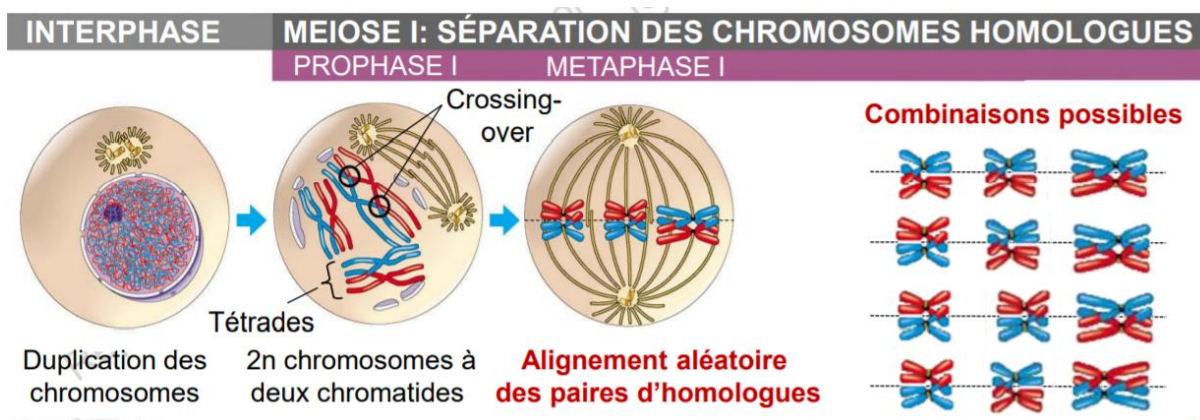
Un autre brassage a lieu durant la division réductionnelle ou méiose 1 ++

→ Cette fois-ci en métaphase 1, les tétrades s'alignent à l'équateur de la cellule.

→ Un chromosome se place au hasard d'un côté ou de l'autre de la cellule mais les chromosomes du même côté sont attirés par le même pôle.

C'est le brassage INTERchromosomique +++

ATTENTION : confondez pas brassage inter et intra chromosomique !! 😊



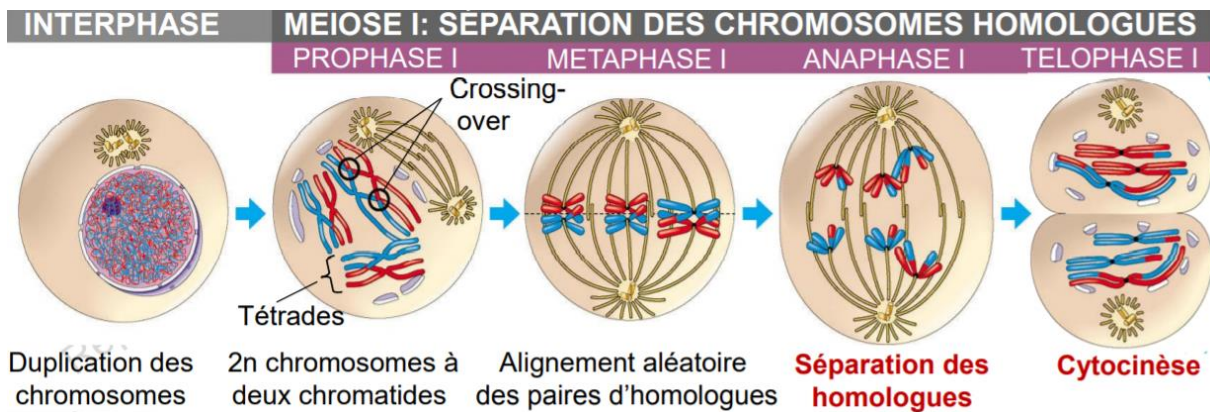
Les chromosomes sont ensuite séparés et répartis entre les cellules filles.

→En **anaphase 1** les chromosomes homologues sont attirés vers les pôles opposés

→En **télophase 1** la cellule subit la cytocinèse (division du cytoplasme). On obtient donc deux cellules haploïdes (n chromosomes à deux chromatides).

Elles sont génétiquement différentes entre elles et la cellule mère.

+++

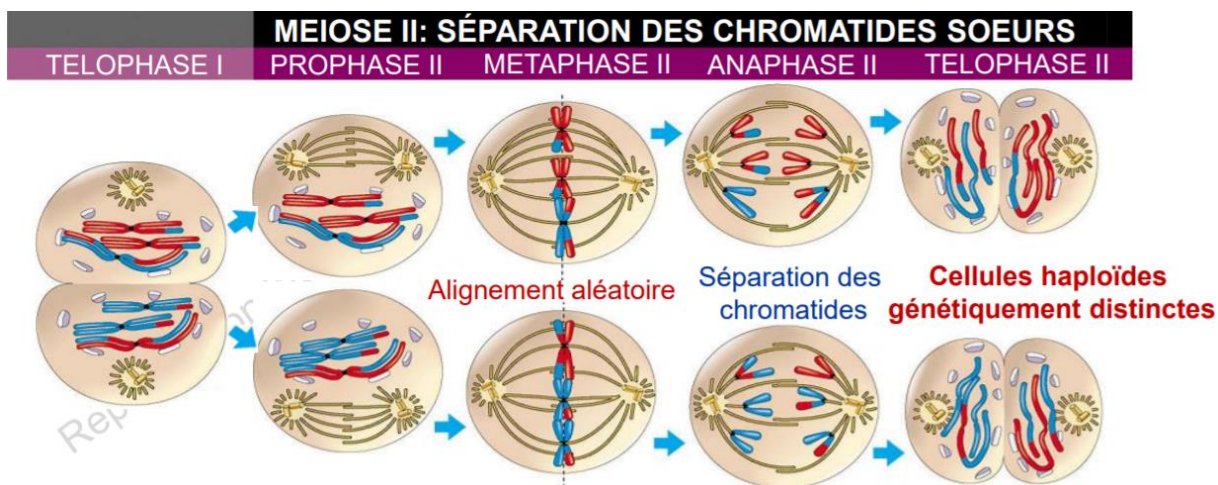


La division équationnelle ou méiose 2 ressemble à une mitose. +++

→En **métaphase 2** les chromosomes sont alignés de façon aléatoire.

→En **anaphase 2** les chromatides sont attirés vers un pôle opposé

Finalement chaque cellule fille contient n chromosomes à une chromatide. ++++



Voici une comparaison entre la mitose et la méiose :

	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)

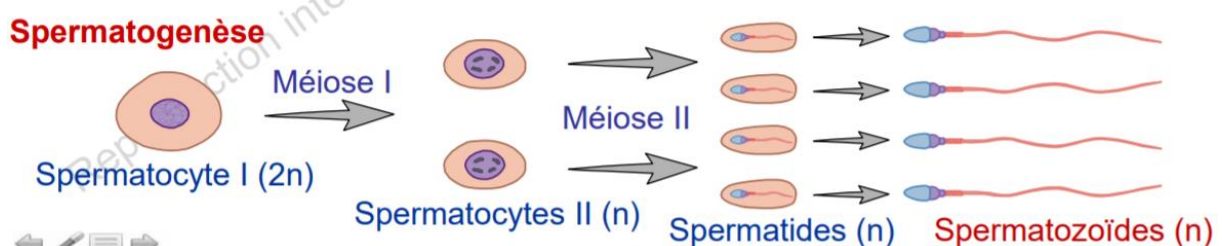
III/ IMPLICATION DE LA MEIOSE DANS LA FORMATION DES GAMETES ET LA DIVERSITE GENETIQUE

La méiose est une étape dans la formation des gamètes. +++

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

→ Initialement des cellules souches diploïdes (spermatogonies chez l'homme et ovogonies chez la femme) se multiplient et se différencient en spermatocytes chez l'homme et ovocytes chez la femme qui vont rentrer en méiose :

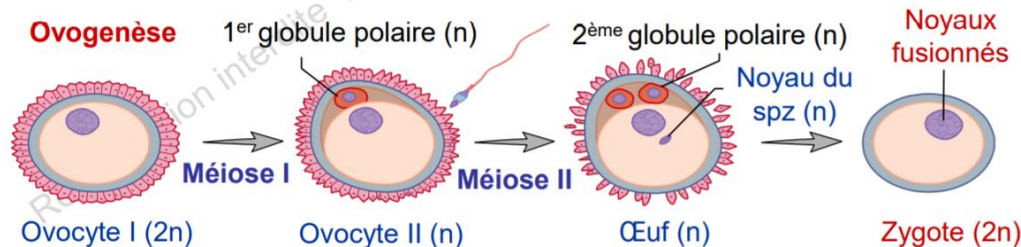
- Chez l'homme les spermatogonies vont se différencier en spermatocyte 1 de façon **permanente** à partir de la puberté. **Ces derniers subissent la méiose de façon permanente.**



- Chez la femme les ovogonies se différencient en ovocyte 1 **avant la naissance** et **restent bloqués en prophase 1**. **L'entrée en méiose est liée aux cycles menstruels. ++**

⌘ A l'ovulation, un ovocyte 1 achève sa méiose 1 et donne un ovocyte 2 et un globule polaire qui dégénère.

⌘ L'ovocyte 2 se bloque en métaphase. **Il ne termine sa méiose que s'il y a fécondation** par un spermatozoïde et donne un ovotide et un 2^e globule polaire.

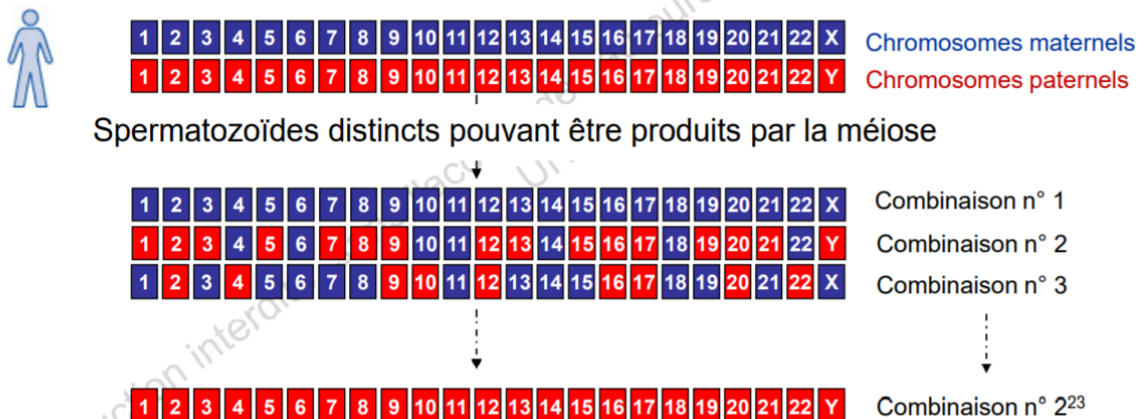


La méiose permet d'assurer la diversité génétique par plusieurs mécanismes. +++

① L'assortissement aléatoire des chromosomes paternels et maternels

→ Produit 2^{23} combinaisons possibles soit 8,4 millions de possibilité

✓ Sans tenir compte du *crossing-over* entre chromosomes paternels et maternels



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

→ Produit $2^{23} \times 2^{23}$ soit 70 000 milliards de combinaisons possibles (*ça fait beaucoup !!*)

IV/ MUTATIONS ET ANOMALIES DE LA MEIOSE

Une mutation peut être transmise ou non à la descendance :

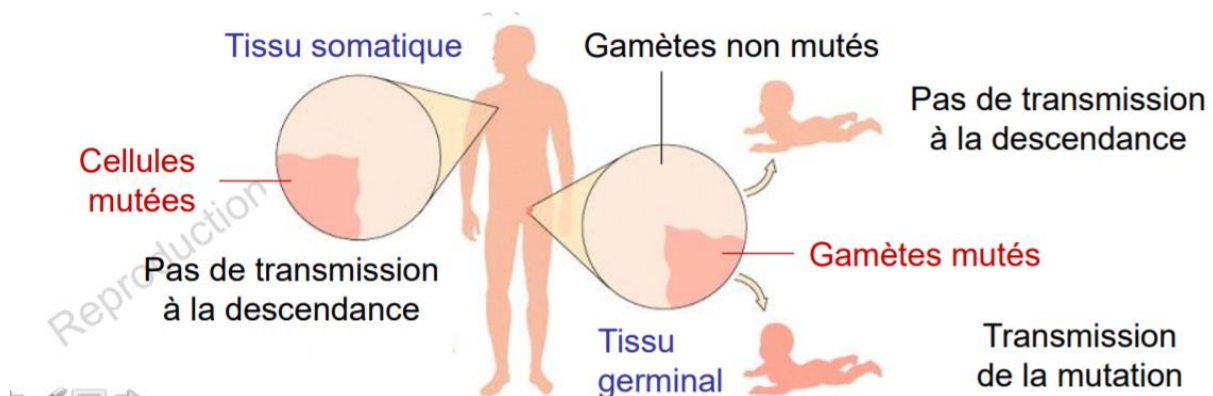
① Si la mutation est présente **uniquement** dans l'ADN d'une cellule somatique :

→ Elle se retrouvera dans toutes les cellules filles formées à la mitose.

→ La mutation n'est pas transmise à la descendance.

② Si elle est présente dans l'ADN d'une spermatogonie ou ovogonie :

→ Elle ne sera présente que dans les gamètes qui auront hérité du chromosome porteur et si l'un d'entre eux participe à la fécondation.



Au cours de la méiose, des tétrades peuvent se former. ++

Cela réduit le risque de 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 se forme entre chaque paire d'homologues pour éviter la formation de gamètes contenant un nombre anormal de chromosomes, y compris chez l'homme possédant deux gonosomes X et Y.

→ Sur ces deux chromosomes il existe 2 régions homologues PAR1 et PAR2

La méiose peut produire des anomalies de nombre. +++

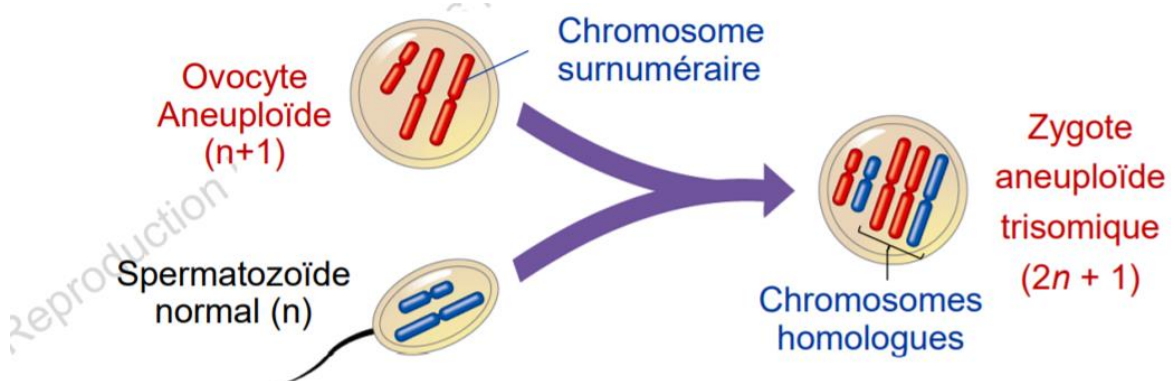
Des chromosomes ou chromatides peuvent ne pas se séparer. ++

→ Ces accidents surviennent en méiose 1 et 2

→ Les gamètes formés ont un nombre anormal de chromosomes : $(n+1)$ dans une trisomie ou $(n-1)$ dans une monosomie.

→ Cela concerne aussi bien les autosomes que les gonosomes.

Après fécondation le zygote est dit **ANEUPLOÏDE +++**



Les aneuploïdies sont de sévérité variable. +++

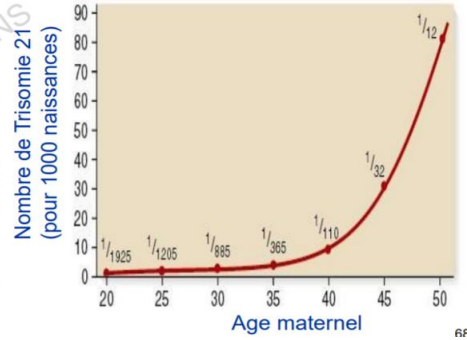
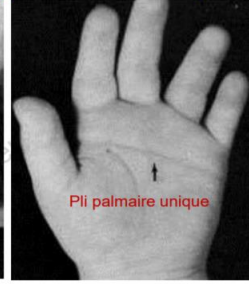
1 Certaines concernent les autosomes :
Ce sont les plus sévères.

→ Les trisomies 13 et 18 sont viables quelques semaines.

→ La trisomie 21 est la moins sévère mais la plus fréquente (1/700)

→ Sa fréquence augmente avec l'âge maternel

(Trisomie 21 (Syndrome de Down))



② D'autres concernent **les gonosomes** et sont moins sévères :

→ Le syndrome de Klinefelter (XXY) et de Turner (XO) sont les plus fréquents.

→ L'intelligence est normale mais il existe une stérilité.

Syndrôme de Turner (45, XO)

- Sexe féminin
- Intelligence normale
- Petite taille
- Problèmes cardiaques
- Cou trapu, d'aspect triangulaire
- Seins peu développés
- Atrophie ovarienne, stérilité



Syndrôme de Klinefelter (47, XXY)

- Sexe masculin
- Intelligence normale
- Bras et jambes disproportionnés
- Caractères sexuels secondaires féminins (seins développés, hanches larges...)
- Atrophie testiculaire, stérilité



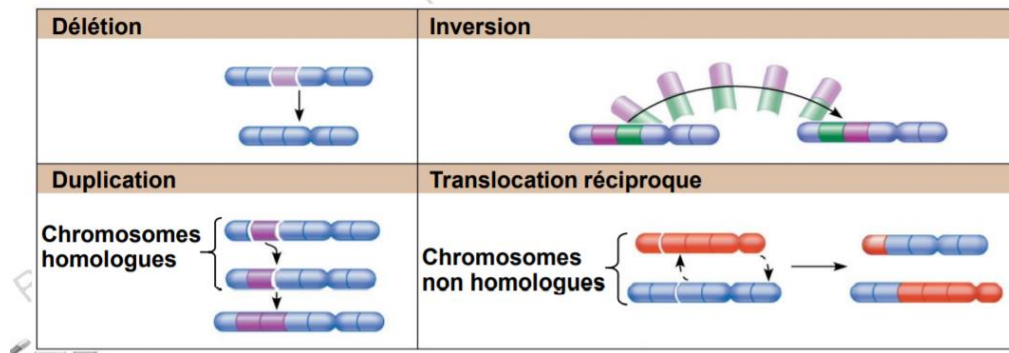
La méiose peut produire aussi des anomalies de structure. +++

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

→ **Délétion ou duplication** chromosomique favorisées par l'existence de séquence répétées dans le génome,

→ **Inversion** (changement d'orientation d'une région)

→ **Translocation réciproque** (échange entre chromosomes non homologues)



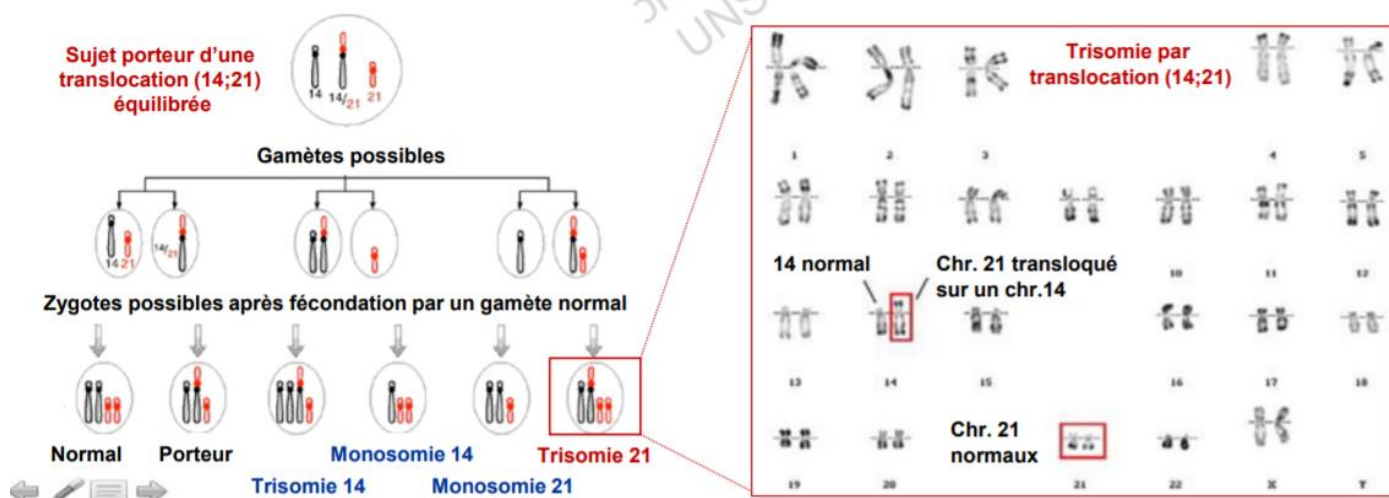
Deux mécanismes sont à l'origine de la trisomie 21 :

① Trisomie libre et équilibrée (96% des cas) due à un défaut de séparation en méiose produisant un unique gamète trisomique.

Le risque de récurrence est faible. ++

② Trisomie non libre (4% des cas) par translocation robertsonienne (14 ;21) présente dans toutes les cellules d'un des parents

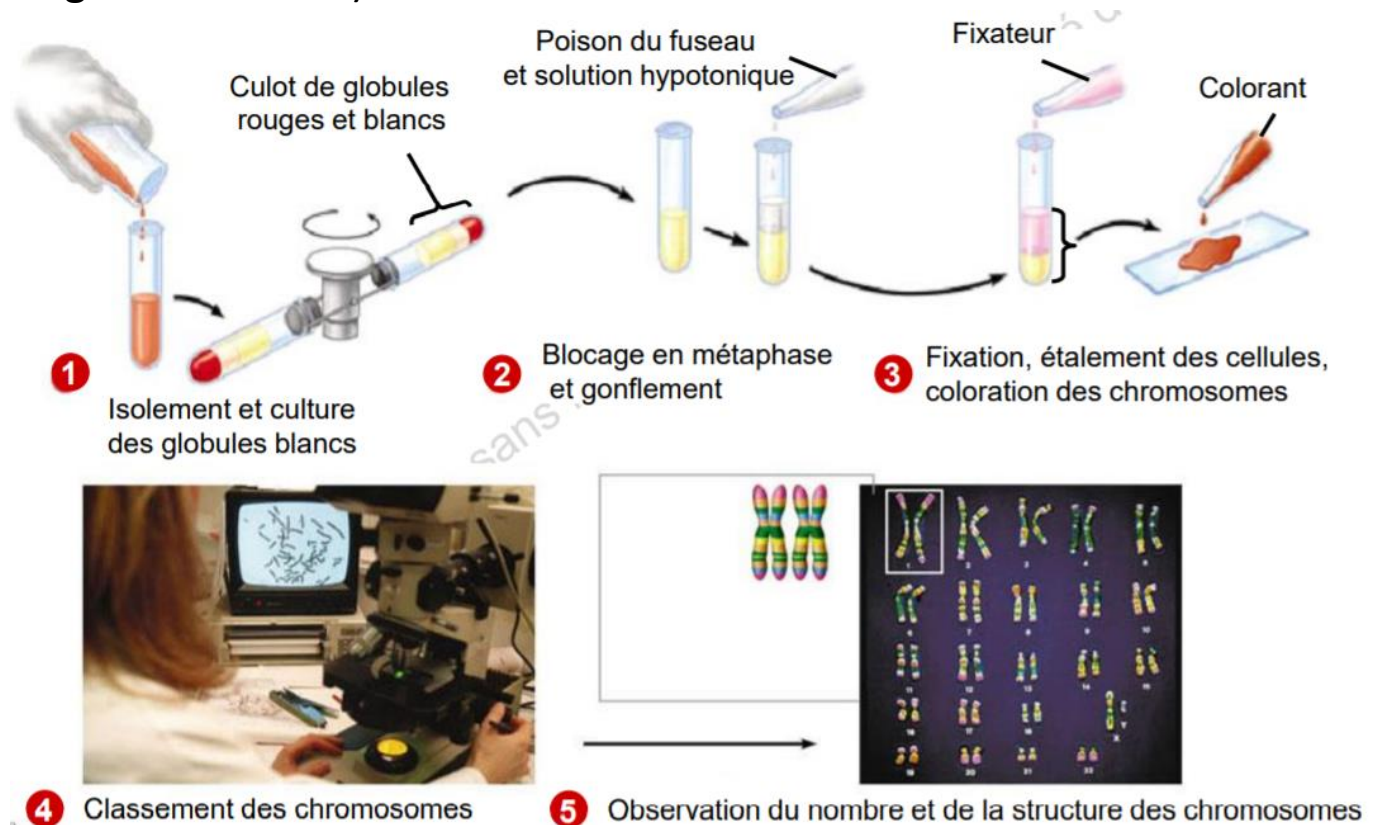
Le risque de récurrence est élevé. ++



V/ TECHNIQUE DE CARYOTYPE

Le caryotype permet d'analyser les chromosomes. ++

Il peut être fait après la naissance sur prélèvement (prise de sang, fragment de tissu).

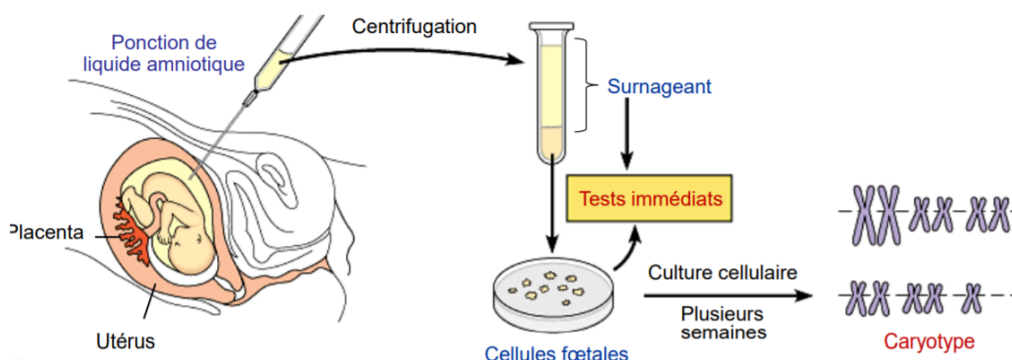


Il peut être fait à partir d'une amniocentèse pour permettre un diagnostic pré-natal +++

→ Cette ponction de liquide amniotique contient des cellules fœtales

→ Cette procédure est risquée (1% de fausses couches) et réalisée à partir de 14 semaines d'aménorrhée

→ L'obtention du caryotype nécessite une mise en culture (2-3 semaines)



Les cellules fœtales peuvent également être obtenues via une **biopsie des villosités choriales**.

→ Le risque d'interruption de grossesse est à peine plus grand mais la procédure est précoce, réalisée dès 10-12 semaines d'aménorrhée

→ L'obtention du caryotype est plus rapide (4 à 7 jours)

