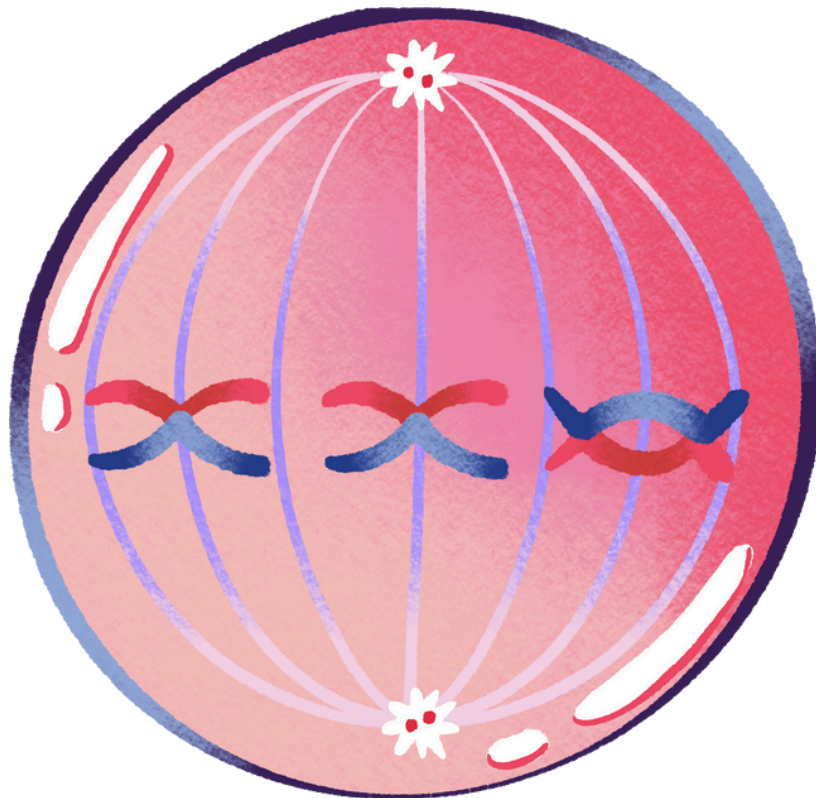


LÉCTURE 3A



Objectifs :

Connaître le principe général de la **méiose**,

Savoir expliquer les notions **d'allèles**, de **crossing-over** et **d'assortiment indépendant** des chromosomes.

Savoir citer les principales **aneuploïdies** et **anomalies de structure** chromosomique

Connaître les différences entre les procédures de **diagnostic prénatal**.

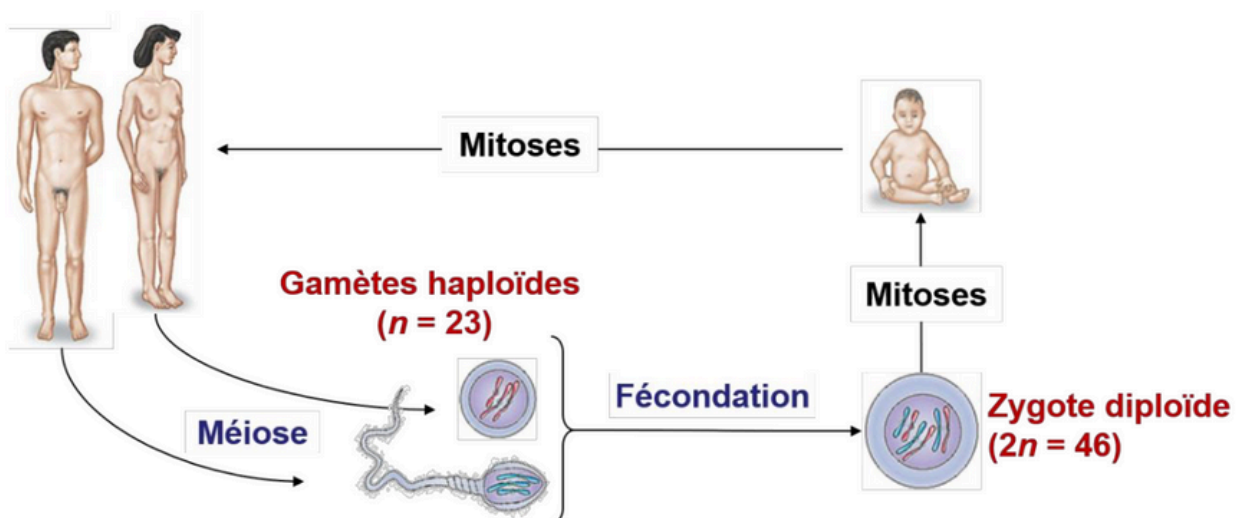
La méiose est un type de division cellulaire particulier. Elle est **uniquement** utilisée dans le cadre de la **reproduction sexuée**. La reproduction sexuée est un mode de reproduction qui permet d'unir et de **mixer** le patrimoine génétique de deux individus pour former un **nouvel** individu **génétiqument différent**.

Le rôle de cette **diversification** génétique est de favoriser **l'adaptabilité** face à des conditions environnementales **changeantes**. Elle **s'oppose** à la reproduction asexuée, au terme de laquelle les individus obtenus sont **génétiqument identiques entre eux**. +++

La méiose va être la division qui permet la formation des **gamètes**. Les gamètes sont en effet des cellules qui sont **haploïdes**, issues de cellules **diploïdes** qu'on appelle les **cellules germinales**. +++

La méiose va permettre de **réduire** de **moitié** le nombre de jeux de chromosomes de ces cellules diploïdes pour former les gamètes qui seront utilisés lors de la **fécondation**.

La fécondation unira ensuite deux gamètes pour reformer une nouvelle cellule **diploïde** qu'on appelle le **zygote**. Ce sont ensuite les processus de divisions par **mitose** qui permettront la **croissance** et le **remplacement** des cellules des individus.



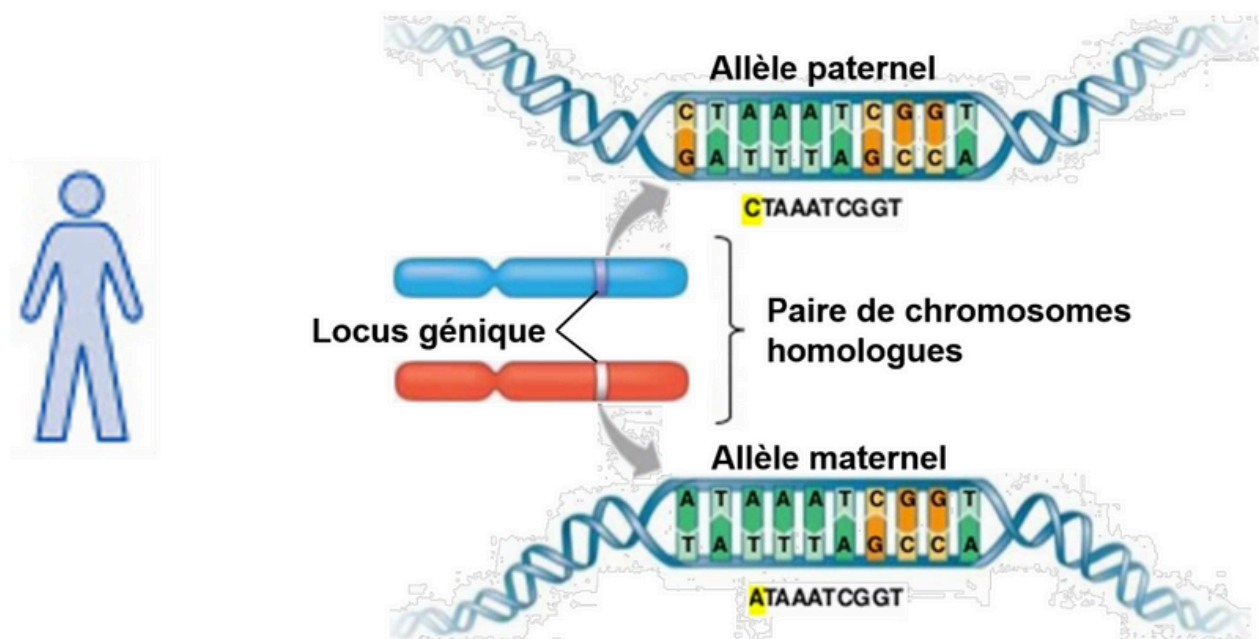
L'intérêt de la méiose va être de permettre un **brassage de l'information génétique parentale**. Elle va ainsi permettre de **mixer** l'information génétique des **chromosomes homologues**.

Il faut bien comprendre que, bien que très semblables, les chromosomes homologues d'origine paternelle et maternelle d'un individu possèdent un **patrimoine génétique différent**.

A un emplacement donné qu'on appelle aussi un **locus**, sur les chromosomes d'une paire d'homologues, on trouve le **même gène**, mais sous des **versions nucléotidiques** qui peuvent être **différentes**.

Ces versions nucléotidiques alternatives sont appelées des **allèles**. Ainsi, nous possédons tous, pour chaque gène, un allèle d'origine paternelle et un allèle d'origine maternelle.

Dans leur séquence nucléotidique, on peut constater certaines **variations** qui seront par exemple responsables de caractères différents tels que la **couleur des yeux**.



Au terme de la méiose, les spermatozoïdes et les ovocytes ne possèdent plus que le chromosome maternel ou paternel de chaque paire d'homologues, et donc un seul allèle de chaque gène.

Ainsi, en réunissant de façon **aléatoire** les allèles des gènes de deux individus, la fécondation permet de créer un nouvel individu de **génotype différent** de celui de ses parents.

La méiose va être constituée de **deux divisions successives**. La première étape de division est appelée division **réductionnelle** ou **méiose I**.

Elle est appelée ainsi, car le **nombre de chromosomes va être divisé par deux**. Ainsi, la cellule de départ qui se divise est diploïde et possède $2n$ chromosomes à deux chromatides.

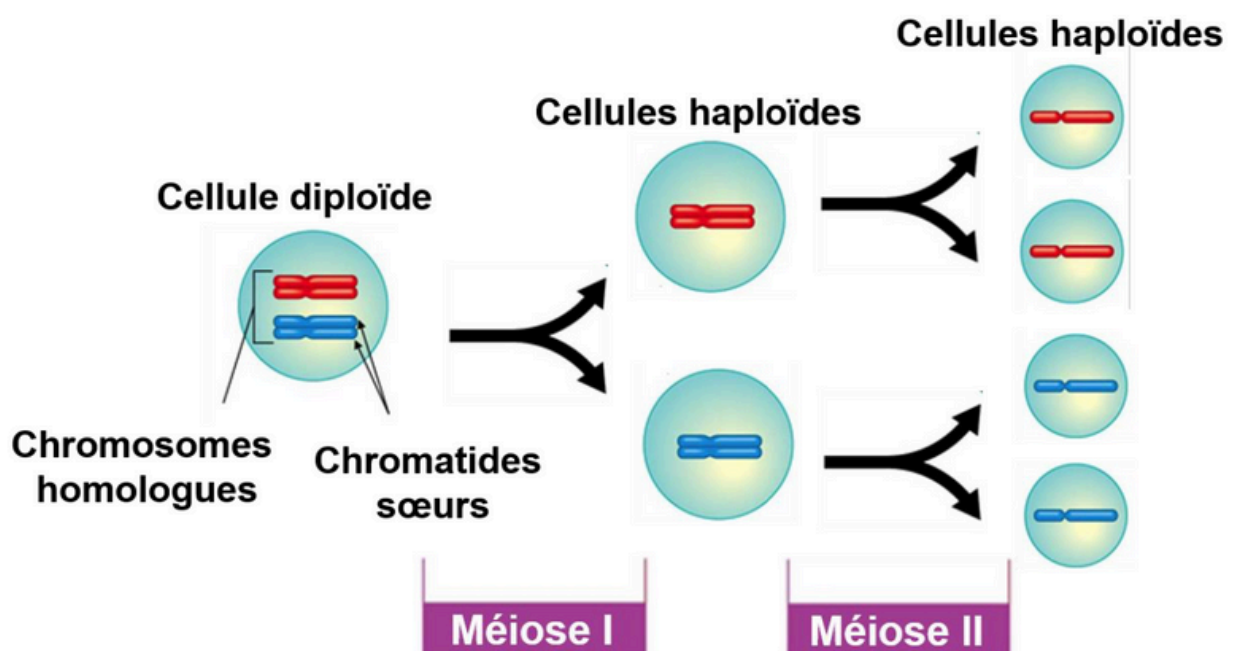
Après la méiose I, on va obtenir deux cellules qui seront **haploïdes**, c'est à dire qui ne posséderont plus que **n chromosomes à deux chromatides**.

Pour chaque paire de chromosomes homologues de la cellule diploïde de départ, ces cellules ne vont posséder plus qu'un seul chromosome, soit le chromosome paternel, soit le chromosome maternel, ce choix étant totalement **aléatoire**.

Cette division **réductionnelle** va être ensuite suivie d'une division **équationnelle** ou méiose II, qui ressemble de très près à la mitose.

En effet, ici, le **nombre de chromosomes va rester inchangé** et ce sont les **chromatides** des chromosomes qui vont être réparties entre cellules filles.

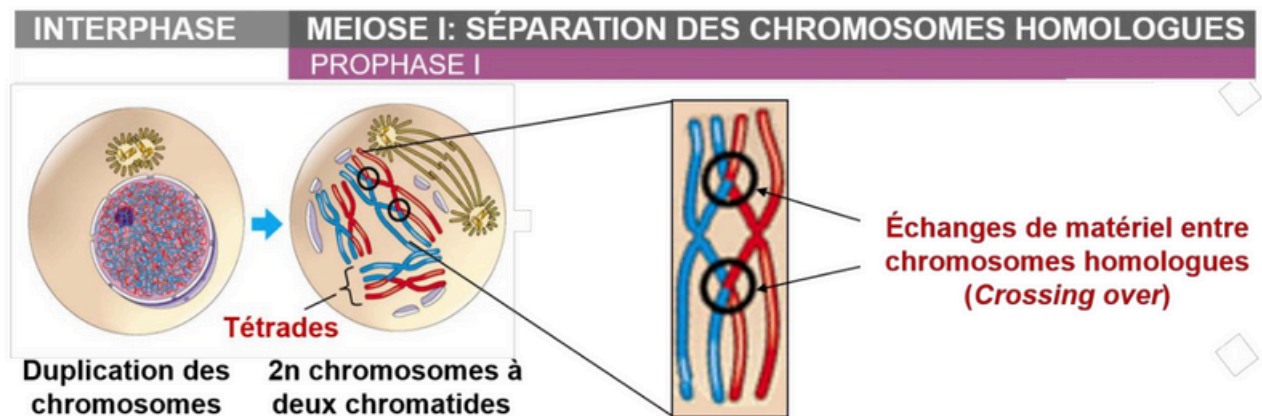
A partir des deux cellules **haploïdes** précédentes, on obtiendra au final **quatre cellules haploïdes** qui possèdent n chromosomes à une seule chromatide.



L'intérêt de la méiose réside dans le **brassage de l'information génétique**. Un premier brassage appelé **crossing-over** va survenir durant la division **réductionnelle** ou **méiose I**.

En **prophase** de méiose I, la cellule possède $2n$ chromosomes à deux chromatides et c'est à ce moment que ses chromosomes homologues vont venir **s'apparier physiquement** et former des structures à quatre chromatides **enchevêtrées** qu'on appelle des **tétrades**.

Ces tétrades vont être le **lieu d'échange de matériel génétique** entre les chromatides maternelles et paternelles des chromosomes homologues. C'est ce qu'on appelle le **crossing-over** ou **brassage intrachromosomique**.

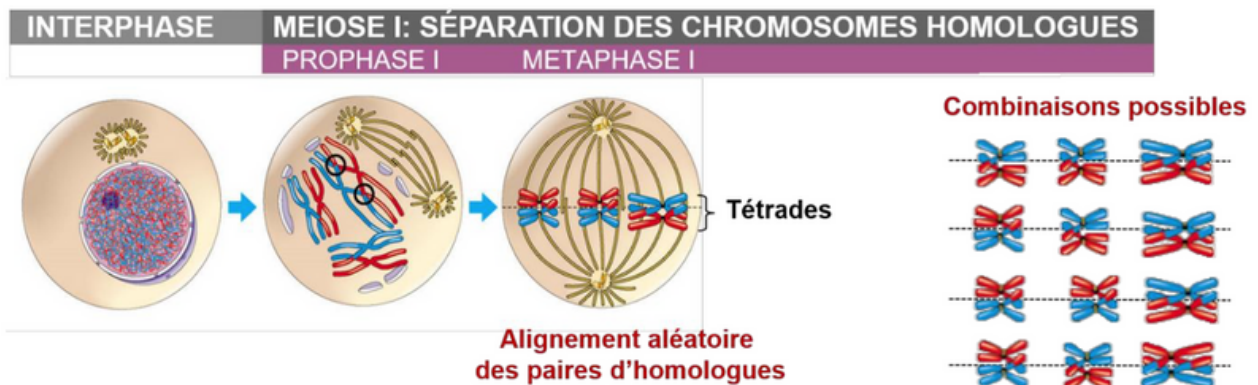


Un second **brassage** va survenir toujours durant la **méiose I** et il est appelé **assortiment indépendant des chromosomes**. En **métaphase** de méiose I, les paires de chromosomes homologues vont venir s'aligner à l'équateur de la cellule.

Au cours de cet alignement, le chromosome maternel et le chromosome paternel de chaque paire, qui ont déjà subi un **crossing-over**, vont venir s'orienter chacun vers un pôle opposé de la cellule.

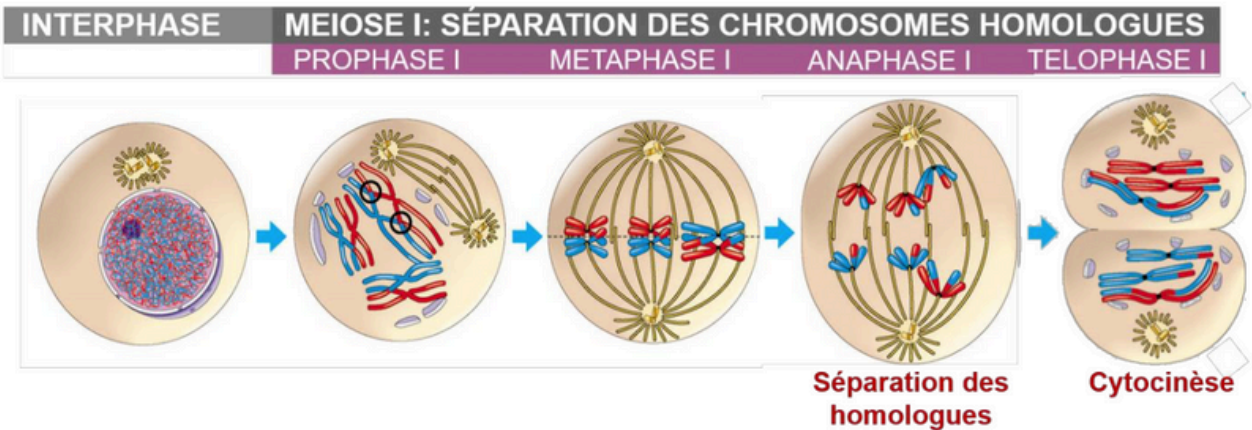
Ils seront ensuite répartis dans des filles différentes. Cette orientation de ces chromosomes homologues est totalement **aléatoire** et **indépendante** du positionnement des autres chromosomes. ++

Après répartition des chromosomes entre cellules filles, celles-ci posséderont une combinaison de variable et **aléatoire** d'information génétique d'origine maternelle et paternelle, ce qui réalise ainsi une **seconde étape de brassage génétique**.



La méiose I va se poursuivre et les chromosomes homologues de chaque paire vont être séparés et attirés un pôle opposé. Puis la cellule va subir la division du cytoplasme (cytoccinèse) et ses chromosomes vont être répartis entre les **cellules filles**.

On obtient ainsi au final deux cellules **haploïdes** qui possèdent **n chromosomes à deux chromatides** et qui sont déjà **génétiquement différentes entre elles et de la cellule d'origine**.

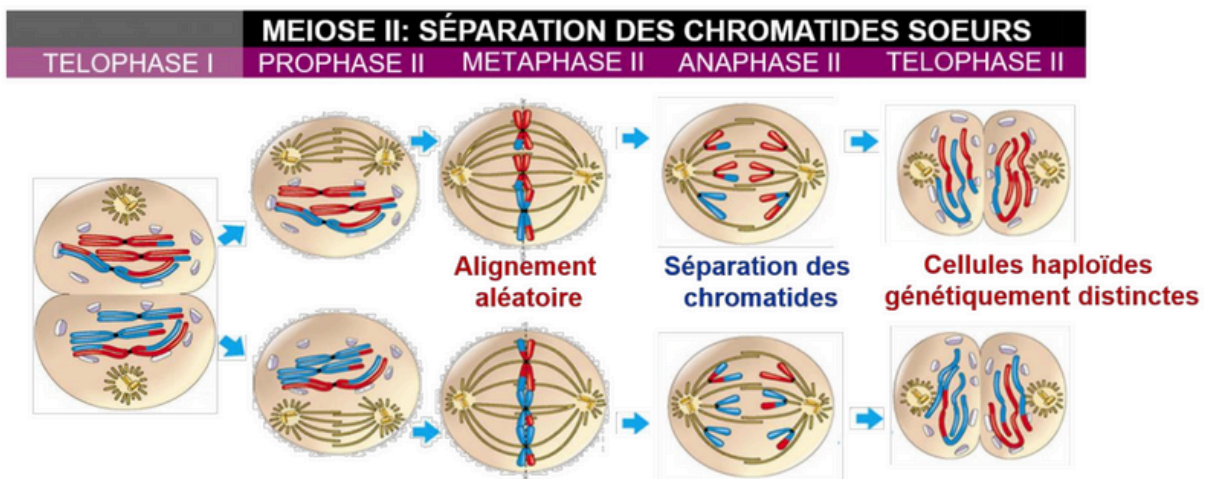


La méiose va ensuite se poursuivre par la division **équationnelle**. Ici, le nombre de jeux de chromosomes va rester **inchangé**.

Dans chaque cellule obtenue précédemment, les chromosomes homologues vont venir s'aligner, cette fois-ci de façon individuelle, à l'équateur de la cellule.

Sur ces chromosomes alignés, les **chromatides** de chaque chromosome vont être orientées de façon aléatoire vers un pôle ou l'autre de la cellule.

Les chromatides vont ensuite être **séparés** et **attirés** à un pôle opposé de la cellule pour former deux nouvelles cellules. Au final, on obtient **quatre cellules filles qui possèdent n chromosomes à une chromatide**, toutes génétiquement différentes entre elles et de la cellule de départ.



En résumé, **la méiose et la fécondation vont favoriser la diversité génétique.**

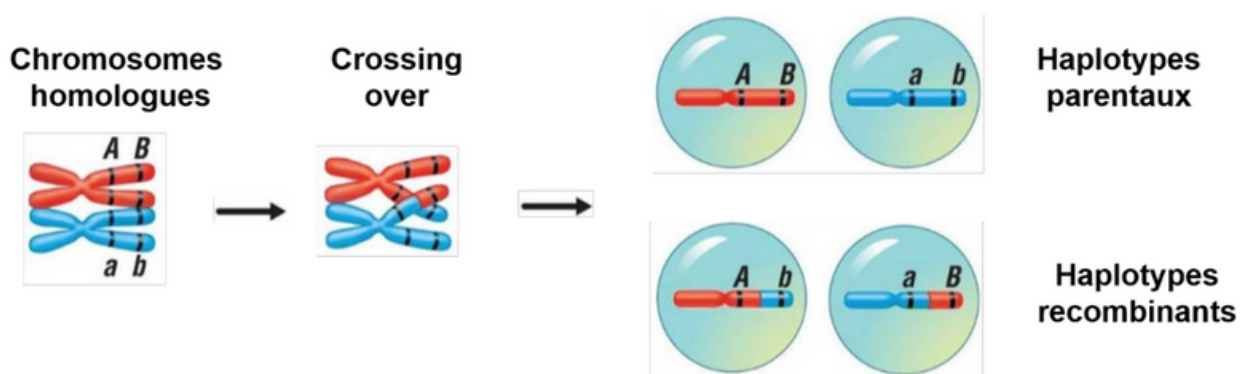
La méiose permet de créer de nouvelles **combinaisons d'allèles**. Le **crossing-over** qui survient entre chromatides paternelles et maternelles des chromosomes homologues va créer de nouvelles combinaisons d'allèles et assurer un **brassage des gènes paternels et maternels**.

Dans l'exemple ci-dessous est représentée une paire de chromosomes homologues sur lesquels sont localisés deux gènes.

Le chromosome maternel, en rouge, porte par exemple l'association d'allèles A et B de ces gènes, et le chromosome paternel en bleu porte l'association d'allèles a et b.

Au terme de la méiose, après un crossing-over survenu entre les deux gènes, on pourra ainsi obtenir quatre gamètes différents.

Deux des gamètes formés vont contenir des combinaisons d'allèles (haplotypes) qui seront identiques à celles de départ et deux autres gamètes vont contenir des chromatides recombinants avec l'association d'allèles A-b ou a- B.



Ainsi, **le crossing-over a permis de créer de nouvelles combinaisons d'allèles**, constituées d'un mélange d'allèles d'origine paternelle et d'origine maternelle.

Le second mécanisme par lequel la méiose va favoriser la **diversité génétique** est **l'assortiment indépendant des chromosomes** paternels et maternels des chromosomes homologues.

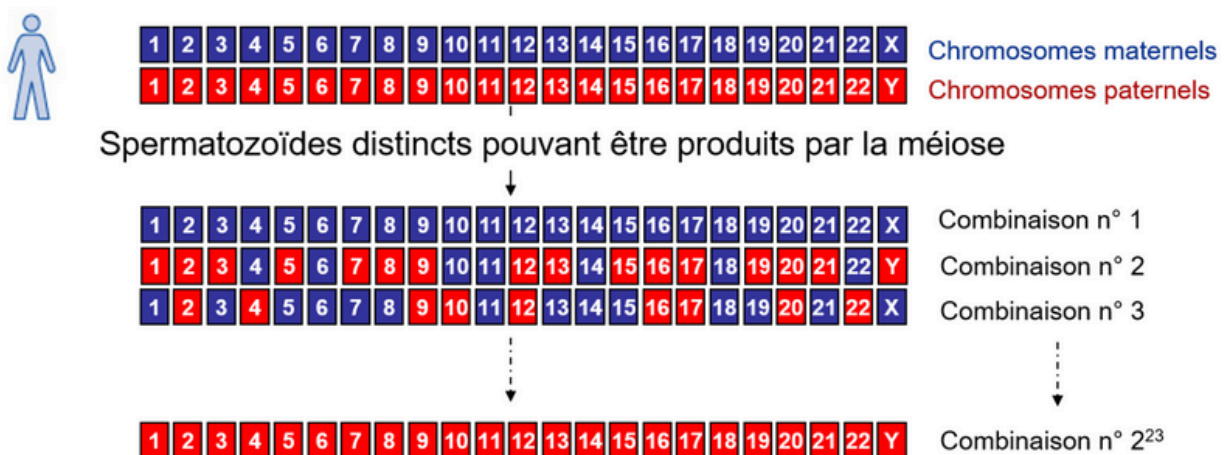
Ce mécanisme va produire **223 combinaisons possibles** de gamètes différents chez l'homme, soit **8,4 millions**. Et ce chiffre va augmenter de façon exponentielle si on tient compte des crossing-over.

Dans l'exemple ci-dessous sont représentés de façon schématique les 46 chromosomes d'un individu avec ses 23 chromosomes d'origine maternelle et ses 23 chromosomes d'origine paternelle.

Pour former un **spermatozoïde**, pour chaque chromosome, le choix va pouvoir se faire entre un chromosome d'origine maternelle ou un chromosome d'origine paternelle.

On aura ainsi à un extrême des spermatozoïdes qui posséderont uniquement des chromosomes d'origine maternelle et à l'autre extrême, des spermatozoïdes qui posséderont uniquement des chromosomes d'origine paternelle.

Et entre les deux, tout un **éventail de combinaisons** mixant de façon aléatoire chromosomes d'origine maternelle et paternelle.



Si on ajoute à cette diversité le mécanisme de fécondation et l'union aléatoire d'un spermatozoïde et d'un ovocyte, on obtiendra au final 223×223 , c'est à dire **70.000 milliards de possibilités** de zygotes distincts à partir de deux individus.

⚠ En contrepartie de son rôle dans la **diversification génétique des individus**, la méiose est parfois le siège **d'anomalies chromosomiques**.

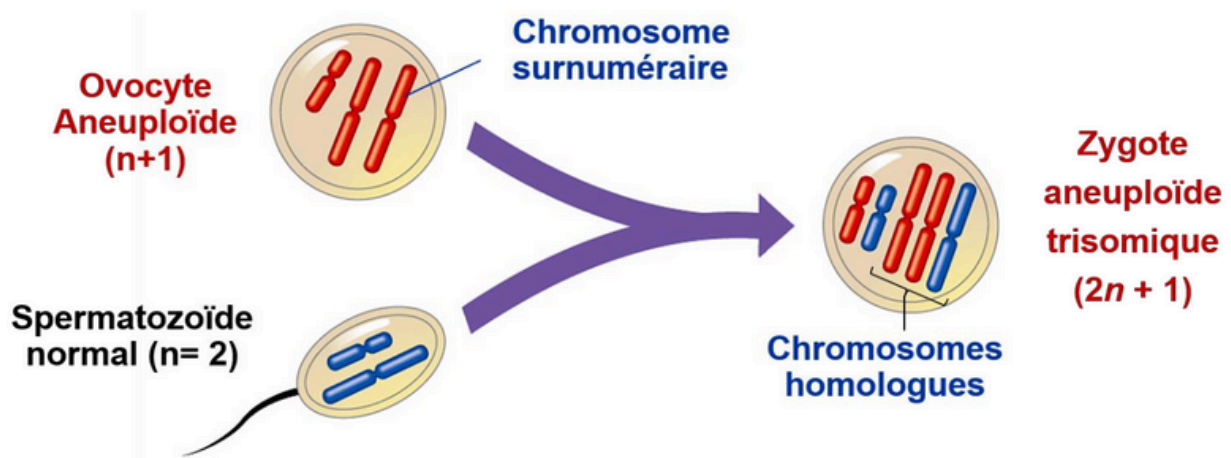
Elle peut ainsi produire des gamètes qu'on dit **aneuploïdes**, c'est à dire qui contiennent un **nombre anormal de chromosomes**. +++

Ces anomalies sont, dans la grande majorité des cas, **favorisées par l'âge maternel avancé au moment de la méiose**. Elles résultent le plus souvent d'un défaut de séparation de chromosomes homologues en méiose I ou de chromatides sœurs en méiose II.

Les gamètes qui vont être formés pourront contenir par exemple un chromosome **surnuméraire** - leur constitution génétique s'écrira $(n+1)$ dans une **trisomie** - ou un chromosome en **moins** - qu'on écrira $(n-1)$ dans une **monosomie**.

Et ce chromosome pourra être aussi bien un **autosome** qu'un **gonosome**. Après fécondation entre un gamète aneuploïde et un autre gamète normal, le zygote qui va être formé possèdera lui aussi un nombre anormal de chromosomes et sera lui aussi dit **aneuploïde**.

Dans l'exemple d'une trisomie, la constitution chromosomique de ce zygote sera écrite $(2n + 1)$.

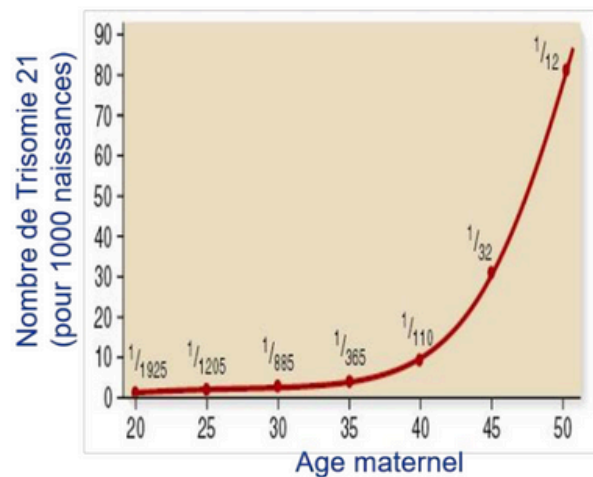
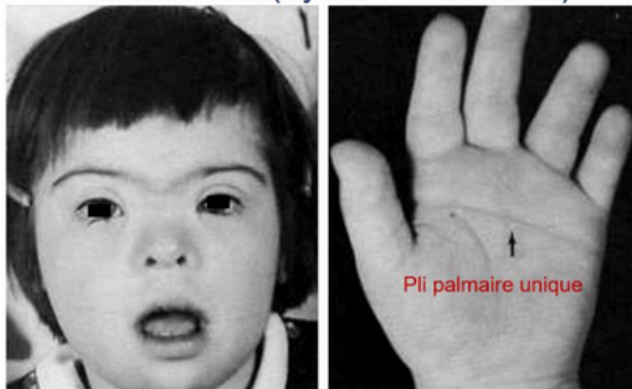


La **sévérité** d'une aneuploïdie va dépendre du chromosome qui est concerné. Les aneuploïdies qui vont concerner les **autosomes** vont être d'une **façon générale les plus sévères**, car ces chromosomes sont ceux qui contiennent le **plus de gènes**. +++

Ainsi, la trisomie 13 dont l'incidence est une pour 20.000 naissances ou la trisomie 18 dont l'incidence est de une pour 10.000 naissances sont généralement très sévères et létales in utero.

La trisomie 21 qui est très fréquente avec une incidence de une pour 700 naissances est relativement moins sévère. Cette fréquence élevée justifie la pratique d'un dépistage néonatal pour les grossesses à risque.

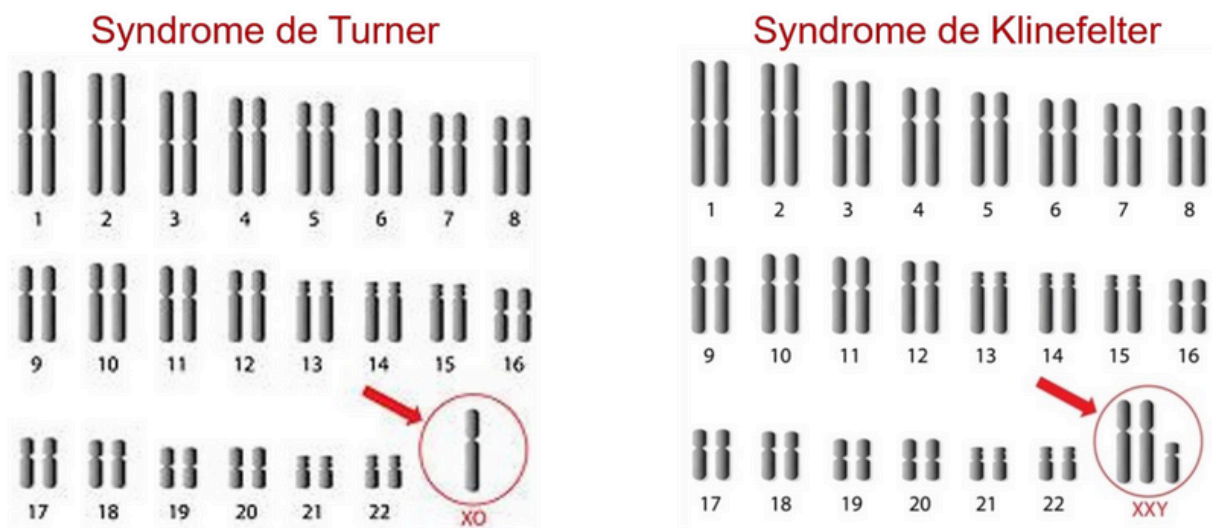
Trisomie 21 (Syndrome de Down)



Par comparaison aux aneuploïdies qui concernent les **autosomes**, celles qui concernent les **gonosomes** sont relativement **moins sévères**.

Le syndrome de **Turner** correspond à des individus de **sexe féminin** qui ne possèdent qu'un seul chromosome X, et le syndrome de **Klinefelter** correspond à des individus de **sexe masculin** qui possèdent un chromosome **X surnuméraire**.

Dans ces deux syndromes, **l'intelligence est généralement normale**, mais il existe entre autres caractéristiques, des **problèmes de fertilité**.



Recap :

Dans les anomalies de nombre on se souvient les gars :

Trisomie : c'est dans le nom on a **trois** chromosomes à la place d'une paire (la plus connue c'est la 21 mais il en existe d'autres qui sont plus ou moins viables en fonction de la gravité.)

Monosomie : Lorsqu'on a un chromosome en moins donc admettons sur la paire 21 on doit avoir 2 chromosomes mais finalement on en a qu'un.

Turner c'est dans le sexe **féminin** et on a un seul chromosome X au lieu de deux.

Klinefelter dans le sexe **masculin** et on a un X en plus donc un caryotype XXY

A côté des anomalies de nombre des chromosomes, la méiose peut également produire des anomalies de **structure**. Ces anomalies sont très diverses et peuvent avoir des conséquences variées.

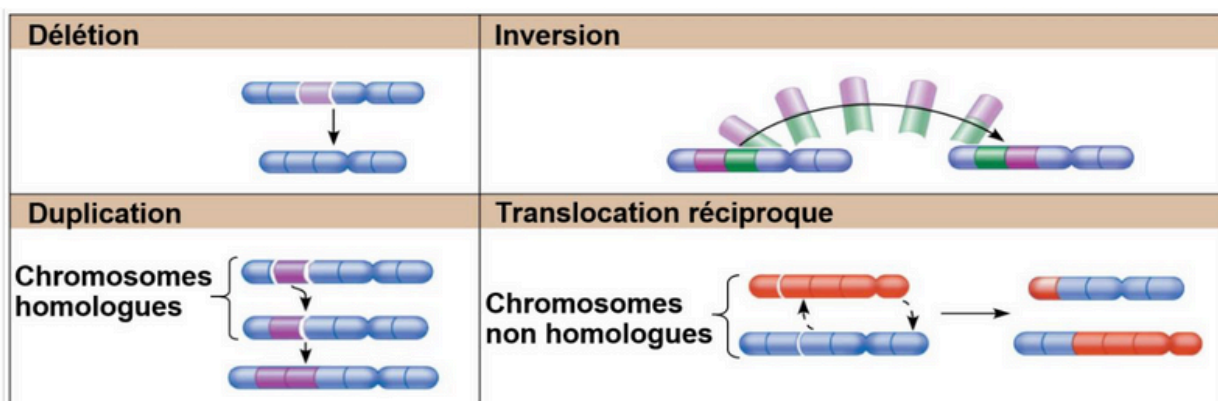
Les **délétions** ou les **duplications** correspondent respectivement à la perte ou au gain d'une région chromosomique plus ou moins étendue et de tous les gènes qu'elle contient.

Les conséquences de ces anomalies sont liées à des **phénomènes de dosage génique**, chaque gène devant exister normalement en deux copies dans le génome. Ainsi, le fait d'avoir une seule copie ou trois copies d'un gène dans certains cas va être **responsable de pathologies**.

Ces anomalies sont par ailleurs favorisées par l'existence de **séquences répétées**, très fréquentes dans le génome, et qui entraînent des appariements entre régions non homologues et la formation de **crossing-over inégaux**.

Les phénomènes **d'inversion** correspondent au changement d'orientation **tête-bêche** d'une région chromosomique.

Et dans les phénomènes qu'on appelle **translocation**, on va distinguer deux types, la **translocation réciproque**, qui correspond à un **échange de régions entre chromosomes non homologues** comme dans l'exemple ci-dessous, et la translocation dite **Robertsonienne**, qui correspond à la **fusion de deux chromosomes**.

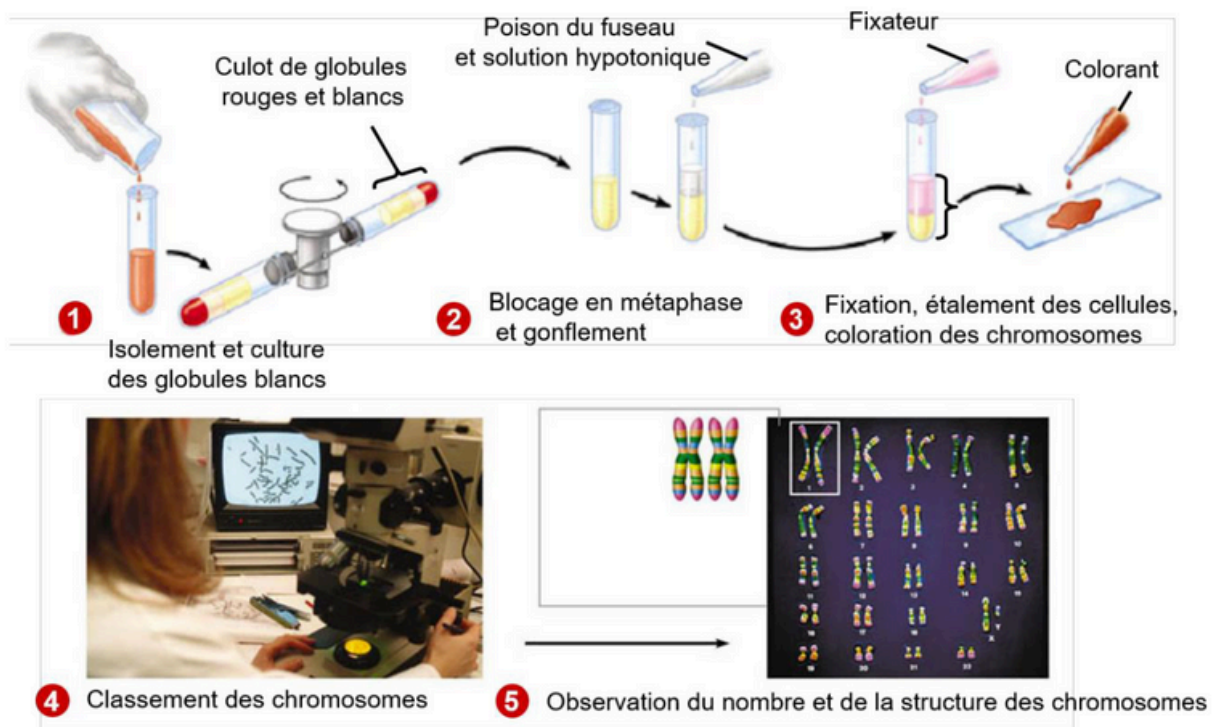


Il est à noter que de nombreuses anomalies de structure peuvent également survenir en **dehors de la méiose**, et notamment en mitose dans les cellules **somatiques**, et sont fréquemment retrouvées dans différents types de **cancer**.

Les **anomalies chromosomiques**, qu'elles soient de nombre ou de structure, pourront, pour les plus importantes d'entre elles, être mises en évidence grâce au **caryotype**.

Le caryotype pourra être réalisé par exemple **après la naissance**, à partir d'une **prise de sang** ou d'un **fragment de tissu**. Dans le cadre d'une prise de sang, la première étape sera d'isoler et de mettre en culture les globules blancs.

Puis, grâce à différentes solutions, on pourra bloquer les cellules en **métaphase**, entraîner leur **éclatement**, **fixer** les chromosomes et les **colorer**. Il ne restera ensuite qu'à **observer** ces étalements de chromosomes au microscope afin de réaliser leur classement.

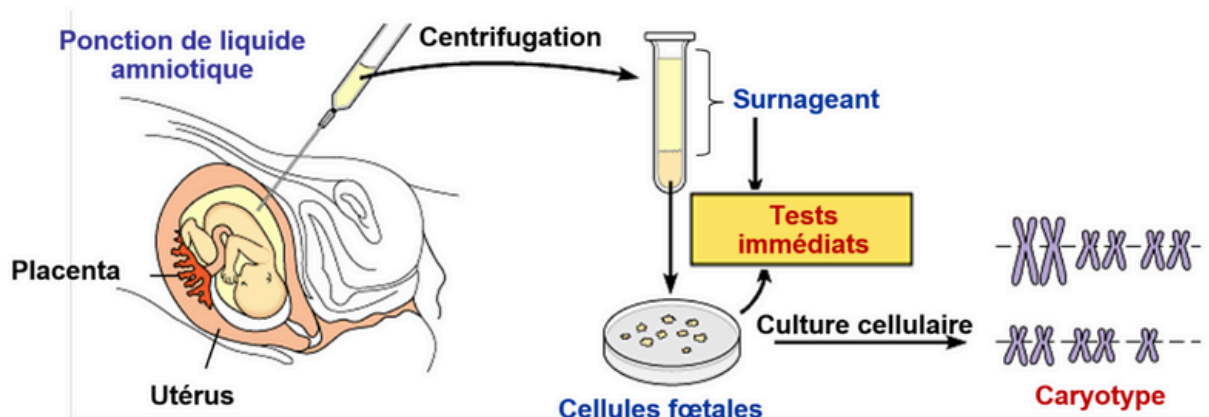


Il sera également possible de réaliser un diagnostic **prénatal** d'anomalie congénitale. **L'amniocentèse**, par exemple, est une procédure qui permet de détecter des anomalies **moléculaires** ou **chromosomiques** chez le fœtus.

Il s'agit d'une **ponction de liquide amniotique** qui contient des cellules fœtales que l'on pourra analyser. Cette procédure comporte un certain risque de **fausse couche** liée au geste et sera réalisée relativement **tardivement** au cours de la grossesse, c'est à dire à partir de **14 semaines d'absence de règles**.

Il sera possible, grâce à **l'amniocentèse**, d'obtenir certains résultats de façon **rapide**, par l'intermédiaire de tests biochimiques ou moléculaires réalisés sur le **surnageant** de la ponction ou sur les **cellules fœtales qui ont été isolées**.

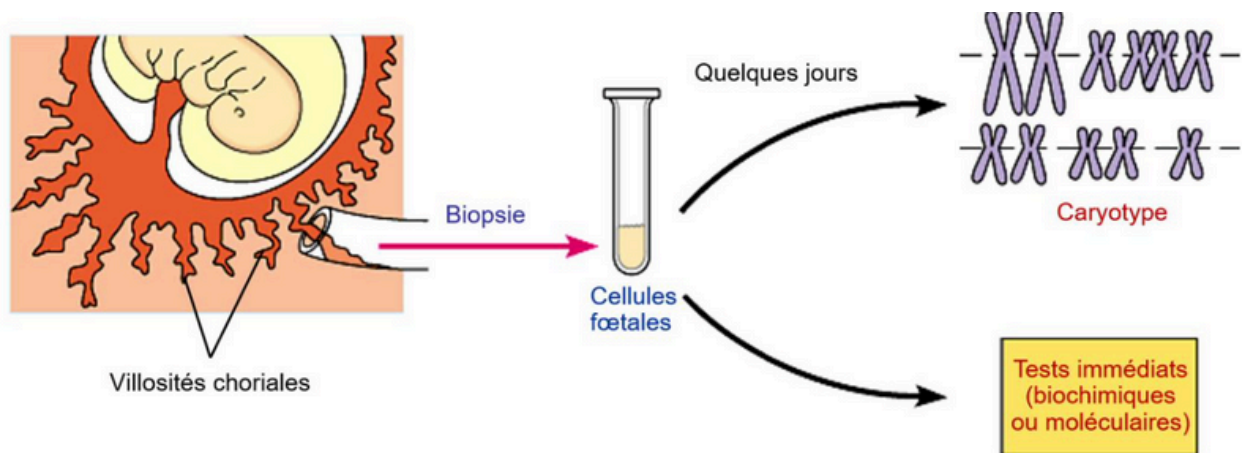
L'obtention du caryotype demandera un délai un peu **plus long d'environ 2 à 3 semaines**, car elle nécessite une **mise en culture des cellules fœtales**.



Les cellules fœtales pourront également être obtenues par une autre procédure qu'on appelle la **biopsie de villosités chorales**.

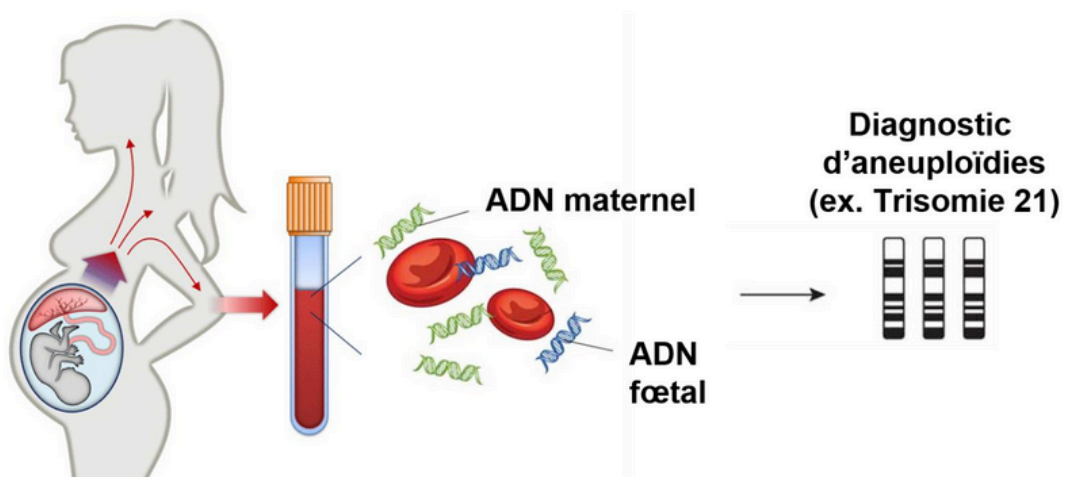
Dans cette procédure, le risque **d'interruption** de grossesse liée au geste sera **à peine plus important que celui de l'amniocentèse** mais la procédure sera un peu plus précoce, pouvant être réalisée dès **10 à 12 semaines d'aménorrhée**.

L'autre avantage de cette technique est que l'obtention du caryotype sera également plus rapide, de **4 à 7 jours en moyenne**.



Depuis quelques années, un **dépistage prénatal non invasif** peut dans certains cas être réalisé à partir d'une simple **prise de sang maternel**. Cette procédure précoce et sans danger va permettre de dépister certaines **anomalies moléculaires ou chromosomiques**, dont la **trisomie 21**.

Le dépistage **d'aneuploïdie** repose notamment sur l'analyse par des techniques de **séquençage haut débit** de l'ADN libre qui est présent dans la circulation maternelle, et dont **environ dix pour cent est en fait de l'ADN d'origine fœtale**.



Conclusion :

Ainsi, nous avons vu que la méiose assure la **production** des gamètes et leur **diversité génétique**.

La méiose comprend **deux divisions successives** et **réduit de moitié** le nombre de jeux de chromosomes d'une cellule **diploïde** pour former des cellules **haploïdes**.

Grâce au **crossing-over**, elle produit des **gamètes recombinants** et de nouvelles combinaisons d'allèles.

Grâce à **l'assortiment indépendant des chromosomes**, chaque gamète produit va contenir une combinaison variable de chromosomes d'origine paternelle ou maternelle.

La méiose peut aussi être à l'origine **d'anomalies** de nombre ou de structure des chromosomes. La **non-disjonction méiotique** de chromosomes ou de chromatides va produire des gamètes contenant un nombre anormal de chromosomes qu'on appelle **aneuploïdes**.

Ces aneuploïdies peuvent concerner les **autosomes** ou les **gonosomes** et sont de **sévérité variable**. Des anomalies de structure des chromosomes peuvent également se former par divers mécanismes.

Les procédures qui permettent un **diagnostic prénatal d'anomalie génétique** reposent sur l'obtention et l'analyse de matériel fœtal et peuvent être **plus ou moins invasives et risquées pour la grossesse**.



QCM :**QCM 1 : Indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :**

- A) La reproduction sexuée permet d'unir le patrimoine génétique de deux individus pour former un individu de génotype différent de ses parents
- B) La méiose participe à la reproduction sexuée et permet de réduire de moitié le nombre de chromosomes pour former des cellules haploïdes, les gamètes
- C) Aucune des propositions ci-dessus

QCM 2 : Déplacez les textes dans les emplacements qui leur correspondent.

Les modifications [] des histones sont des modifications épigénétiques [] qui régulent l'expression des gènes.

Les histone [] et les histone [] ciblent la queue [] des histones et placent respectivement la chromatine dans une conformation ouverte ou fermée.

N-terminale

réversibles

déacétylases

post-traductionnelles

acétyltransférases

QCM 3 : Indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) La méiose comprend deux divisions successives, la première dite équationnelle et la seconde dite réductionnelle
- B) La division réductionnelle permet de séparer les chromatides des chromosomes
- C) La division équationnelle laisse inchangé le nombre de chromosomes

QCM 4 : Indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) à propos du crossing-over :

- A) C'est un échange réciproque de matériel génétique entre les chromatides paternelle et maternelle d'une paire d'homologues
- B) Il survient au niveau de structures à quatre chromatides appelées tétrades
- C) Toutes les propositions ci-dessus

QCM 5 : En métaphase de méiose I, l'orientation d'une paire d'homologues de part et d'autre de l'équateur est indépendante de celle des autres paires d'homologues

Vrai

Faux

QCM 6 : A partir d'une cellule diploïde, la méiose permet de produire quatre cellules haploïdes possédant (n) chromosomes à une chromatide, toutes génétiquement différentes entre elles

Vrai

Faux

QCM 7 : Grâce au crossing-over, la méiose permet de créer des haplotypes recombinants, c'est à dire des combinaisons d'allèles différentes des haplotypes parentaux

Vrai

Faux



QCM 8 : Déplacez les textes dans les emplacements qui leur correspondent.

La méiose peut produire des gamètes [] contenant un nombre anormal de []. Ces anomalies sont favorisées par l'âge [] avancé au moment de la méiose. Elle peuvent être liées à la non-disjonction des [] en méiose réductionnelle ou de [] en méiose équationnelle.

Un gamète de constitution (n+1) sera dit [] tandis qu'un gamète de constitution (n-1) sera dit [], le chromosome impliqué pouvant être un autosome ou un [].

chromatides

maternel

aneuploïdes

chromosomes

trisomique

gonosome

monosomique

homologues

QCM 9 : Le syndrome de Down et le syndrome de Klinefelter sont deux trisomies, la première impliquant le chromosome 21 et la seconde le gonosome X

Vrai

Faux

QCM 10 : Un crossing-over inégal est favorisé par l'abondance de séquences répétées dans le génome qui permettent les appariements entre régions non homologues et aboutit à la duplication ou à la délétion d'une région chromosomique et des gènes qu'elle contient

Vrai

Faux

QCM 11 : Indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Le caryotype peut permettre le diagnostic d'anomalie chromosomique en post-natal à partir d'une prise de sang ou d'une biopsie de tissu
- B) L'amniocentèse permet d'obtenir un caryotype plus précocement et plus rapidement qu'avec la biopsie de trophoblaste
- C) Le dépistage prénatal non invasif consiste à analyser l'ADN foetal présent dans la circulation maternelle

QCM 12 : Choisissez l'affirmation exacte :

- A) La méiose produit les gamètes et assure leur diversité génétique
- B) La méiose comprend deux divisions successives séparées par une étape de réplication de l'ADN

QCM 13 : Choisissez l'affirmation exacte :

- A) L'âge au moment de la méiose est sans influence sur son déroulement
- B) La méiose crée de nouvelles combinaisons d'allèles grâce au crossing-over et assure l'assortiment indépendant des chromosomes

QCM 14 : Choisissez l'affirmation exacte :

- A) La méiose peut produire des gamètes contenant un nombre anormal de chromosomes ou des chromosomes de structure anormale
- B) Le diagnostic d'anomalie chromosomique ne peut être réalisé qu'après la naissance



CORRECTION :

QCM 1 : Indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

A) La reproduction sexuée permet d'unir le patrimoine génétique de deux individus pour former un individu de génotype différent de ses parents

B) La méiose participe à la reproduction sexuée et permet de réduire de moitié le nombre de chromosomes pour former des cellules haploïdes, les gamètes

C) Aucune des propositions ci-dessus

QCM 2 : Déplacez les textes dans les emplacements qui leur correspondent.

Les modifications **post-traductionne...** ✓ des histones sont des modifications épigénétiques **réversibles** ✓ qui régulent l'expression des gènes.

Les histone **acétyltransférases** ✓ et les histone **déacétylases** ✓ ciblent la queue **N-terminale** ✓ des histones et placent respectivement la chromatine dans une conformation ouverte ou fermée.

QCM 3 : Indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

A) La méiose comprend deux divisions successives, la première dite équationnelle et la seconde dite réductionnelle

B) La division réductionnelle permet de séparer les chromatides des chromosomes

C) La division équationnelle laisse inchangé le nombre de chromosomes



QCM 4 : Indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) à propos du crossing-over :

A) C'est un échange réciproque de matériel génétique entre les chromatides paternelle et maternelle d'une paire d'homologues

B) Il survient au niveau de structures à quatre chromatides appelées tétrades

C) Toutes les propositions ci-dessus

QCM 5 : En métaphase de méiose I, l'orientation d'une paire d'homologues de part et d'autre de l'équateur est indépendante de celle des autres paires d'homologues

Vrai

Faux

Chaque paire d'homologue se comporte de façon indépendante vis à vis des autres paires. C'est ce qui explique la loi de l'assortiment indépendant des chromosomes de Mendel que nous reverrons par la suite

QCM 6 : A partir d'une cellule diploïde, la méiose permet de produire quatre cellules haploïdes possédant (n) chromosomes à une chromatide, toutes génétiquement différentes entre elles

Vrai

Faux

Le crossing-over et l'assortiment indépendant des chromosomes rendent chacune de ces cellules génétiquement unique.

QCM 7 : Grâce au crossing-over, la méiose permet de créer des haplotypes recombinants, c'est à dire des combinaisons d'allèles différentes des haplotypes parentaux

Vrai

Faux

Le crossing-over permet en effet de mixer l'information génétique des chromatides paternelle et maternelle des homologues



QCM 8 : Déplacez les textes dans les emplacements qui leur correspondent.

La méiose peut produire des gamètes **aneuploïdes** ✓ contenant un nombre anormal de **chromosomes** ✓. Ces anomalies sont favorisées par l'âge **maternel** ✓ avancé au moment de la méiose. Elle peuvent être liées à la non-disjonction des **homologues** ✓ en méiose réductionnelle ou de **chromatides** ✓ en méiose équationnelle.

Un gamète de constitution (n+1) sera dit **trisomique** ✓ tandis qu'un gamète de constitution (n-1) sera dit **monosomique** ✓, le chromosome impliqué pouvant être un autosome ou un **gonosome** ✓.

QCM 9 : Le syndrome de Down et le syndrome de Klinefelter sont deux trisomies, la première impliquant le chromosome 21 et la seconde le gonosome X**Vrai**

Faux

Vrai, il s'agit de deux trisomies fréquentes, le syndrome de Turner étant une monosomie également fréquente.

QCM 10 : Un crossing-over inégal est favorisé par l'abondance de séquences répétées dans le génome qui permettent les appariements entre régions non homologues et aboutit à la duplication ou à la délétion d'une région chromosomique et des gènes qu'elle contient**Vrai**

Faux

Vrai, l'appariement entre ces séquences répétées dispersées dans le génome permet à un crossing-over de survenir entre régions non-homologues et peut conduire à des pathologies par effet de dosage génique.

QCM 11 : Indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

A) Le caryotype peut permettre le diagnostic d'anomalie chromosomique en post-natal à partir d'une prise de sang ou d'une biopsie de tissu

B) L'amniocentèse permet d'obtenir un caryotype plus précocement et plus rapidement qu'avec la biopsie de trophoblaste

→ L'amniocentèse est moins risquée mais plus tardive et le délai pour l'obtention du caryotype est plus long.

C) Le dépistage prénatal non invasif consiste à analyser l'ADN foetal présent dans la circulation maternelle

QCM 12 : Choisissez l'affirmation exacte :

A) La méiose produit les gamètes et assure leur diversité génétique

B) La méiose comprend deux divisions successives séparées par une étape de réplication de l'ADN

QCM 13 : Choisissez l'affirmation exacte :

A) L'âge au moment de la méiose est sans influence sur son déroulement

B) La méiose crée de nouvelles combinaisons d'allèles grâce au crossing-over et assure l'assortiment indépendant des chromosomes

QCM 14 : Choisissez l'affirmation exacte :

A) La méiose peut produire des gamètes contenant un nombre anormal de chromosomes ou des chromosomes de structure anormale

B) Le diagnostic d'anomalie chromosomique ne peut être réalisé qu'après la naissance

