

Chapitre III : Brassage génétique et diversification des génomes

1- Définitions :

- **caryotype** : Soit le nombre de chromosomes présents dans une cellule, Soit le cliché micrographique des chromosomes contenus dans une cellule.
- Ploïdie : le nombre de lots de chromosomes de même type présents dans une cellule ; on la note à l'aide du symbole n affecté d'un coefficient correspondant justement à la ploïdie.

Ex. 1 seul lot de chromosomes = haploïdie = n ; 2 lots de chromosomes (2 chromosomes par paire) = diploïdie = $2n$; 3 lots de chromosomes (3 chromosomes par « paire ») = triploïdie = $3n$; etc.

On note le caryotype et la ploïdie conjointement de la façon suivante :

- Ex. $n = 23$ désigne une cellule haploïde comprenant 23 chromosomes (cas des gamètes humains).

- **chromatide** une molécule linéaire d'ADN (associée à des protéines variées) contenue dans un génome eucaryote.

- Un **chromosome** (eucaryote) correspond :

- Soit à une seule chromatide : on parle alors de chromosome simple = chromosome monochromatidien.

- Soit à deux chromatides associées ensemble par un centromère et génétiquement identiques entre elles, aux erreurs de réplication près (on les appelle chromatides soeurs) : on parle alors de chromosome double = chromosome bichromatidien = chromosome dupliqué.

- Un **gène** est fondamentalement un fragment d'ADN qui code la séquence peptidique d'un polypeptide (c'est donc une sorte de « plan de montage » de protéine).
- Un **gène** occupe une position précise sur son chromosome qu'on peut nommer **locus**.
- Les différentes versions d'un gène (c'est-à-dire les séquences nucléotidiques possibles de ce gène) constituent des **allèles**.
- Chez une espèce **diploïde** qui possède **deux fois le même gène** (un sur **chaque chromosome homologue**), on dit que l'individu est :

- **homozygote** s'il possède **deux fois le même allèle** ;

- **hétérozygote** s'il possède **deux allèles différents**.

- Dans le cas d'un **individu hétérozygote** pour un gène donné, on appelle :

- **allèle dominant** celui qui s'exprime ;

- **allèle récessif** celui qui ne s'exprime pas.

- Il arrive que les deux allèles soient **coexprimés**, on les dira alors **codominants**.

2- La reproduction sexuée : (la méiose et la fécondation)

• Définition : La reproduction sexuée qui implique deux individus parentaux différents (sauf cas d'autofécondation) et, en tout cas, le recours aux processus de méiose et fécondation. Ce mode de reproduction se caractérise par un brassage génétique qui génère de nouvelles combinaisons d'allèles, différentes de celles des individus parentaux (ou de l'individu parental unique, en cas d'autofécondation).

La dispersion des allèles dans les populations est évidemment impactée par les processus reproductifs, ce qui constitue la base de l'évolution des populations.

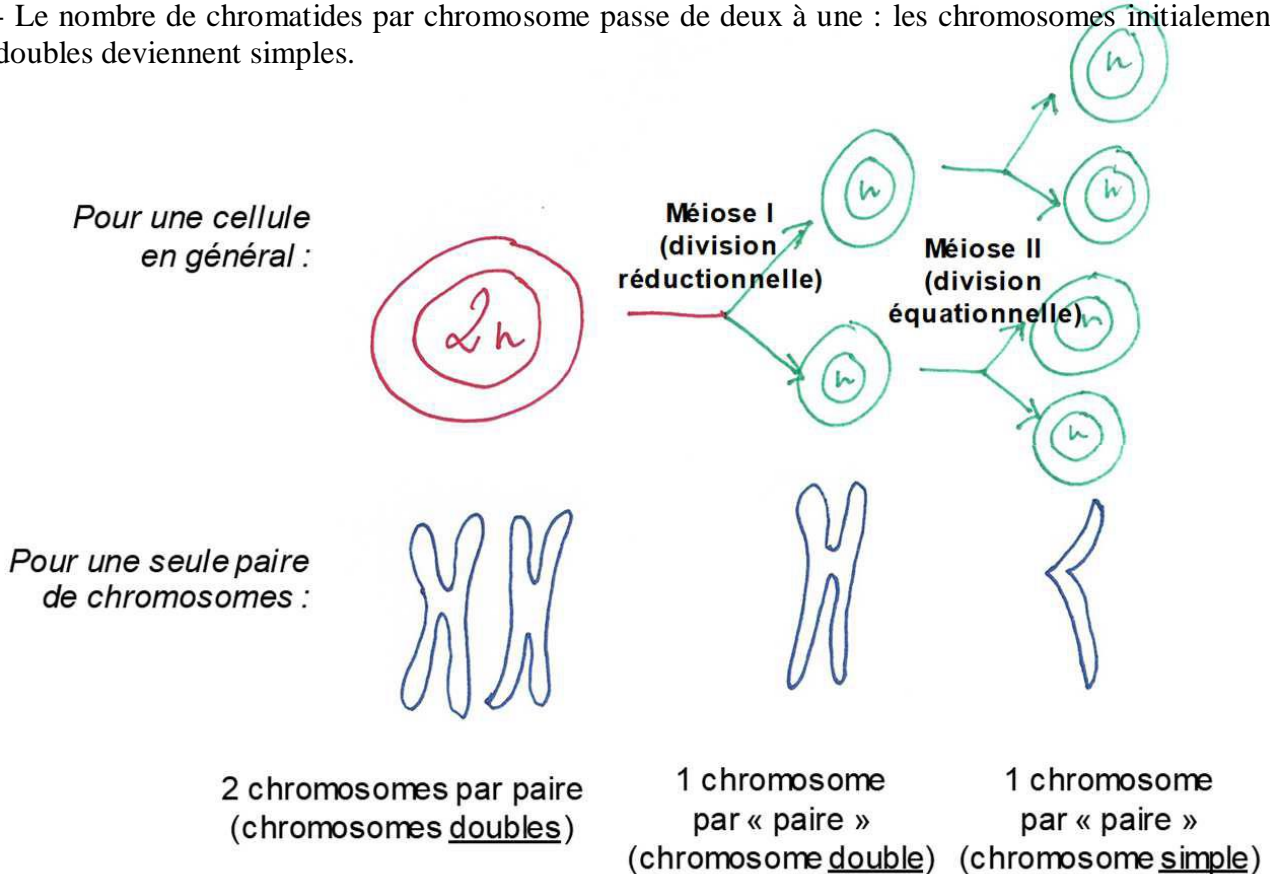
2-1- La Méiose :

La méiose est une division cellulaire eucaryote qui génère, à partir d'une cellule-mère diploïde, quatre cellules-filles haploïdes, C'est donc un processus fondamentalement conforme qui conserve la ploïdie et plus globalement l'information génétique

Il y a donc réduction chromosomique : les chromosomes initialement par paires se trouvent in fine représentés chacun en un seul exemplaire.

La méiose comprend deux divisions successives non entrecoupées par une interphase (sans réplication donc) :

- La première division de méiose (= méiose I = division réductionnelle) où le nombre de chromosomes est divisé par deux (= réduction chromosomique).
 - Le nombre de chromosomes diminue (division par deux) ; on passe d'une cellule diploïde (2n) à une cellule haploïde (n) : c'est la réduction chromosomique.
 - Le nombre de chromatides par chromosome (deux) ne varie pas ; les chromosomes restent doubles.
- La deuxième division de méiose (= méiose II = division équationnelle) analogue à une mitose à l'état haploïde. On obtient in fine quatre cellules filles haploïdes, quoique nous verrons que la méiose femelle soit souvent un peu particulière.
 - Le nombre de chromosomes ne varie pas ; l'état haploïde est maintenu.
 - Le nombre de chromatides par chromosome passe de deux à une : les chromosomes initialement doubles deviennent simples.



Évolution chromosomique lors de la méiose.

Les transformations cytologiques lors de la méiose

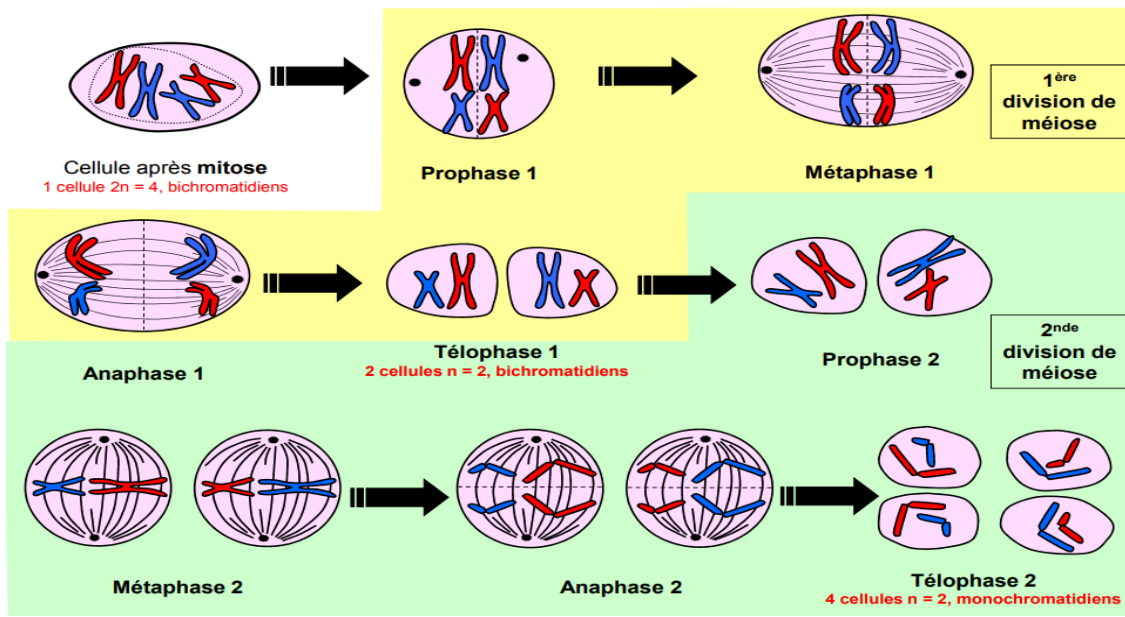


Tableau récapitulatif des évènements cytologiques de la méiose.

Diagramme de variation de la quantité d'ADN								
<p>● Cellule à 2 n chromosomes monochromatidiens</p> <p>● Synthèse d'ADN = Duplication</p> <p>● Cellule à 2n chromosomes bichromatidiens</p> <p>● 1^{ère} division de méiose, passage à 2cellules à n chromosomes bichromatidiens</p> <p>● 2nde division de méiose, passage à 4 cellules à n chromosomes monochromatidiens</p>								
Schémas								
Description rapide	<ul style="list-style-type: none"> Condensation des chromosomes Disparition de l'enveloppe nucléaire Appariement des chromosomes homologues 	Les paires de chromosomes se placent sur le plan équatorial qui définit la plaque métaphasique	Les chromosomes homologues de chaque paire se séparent et migrent à un pôle. Le hasard entraîne un brassage interchromosomique	Le cytoplasme commence sa division et donne naissance à 2 cellules filles haploïdes à chromosomes bichromatidiens	Chaque chromosome se place perpendiculairement à la 1 ^{ère} division	Chaque chromosome bichromatidien se place sur le nouveau plan équatorial	Dans chaque cellule fille, les chromatides de chaque chromosome se séparent et migrent à un pôle	Dans chaque cellule fille apparaît une cloison médiane qui donne naissance à 4 cellules filles haploïdes à chromosomes monochromatidiens
Etape	Prophase 1	Métaphase 1	Anaphase 1	Télophase 1	Prophase 2	Métaphase 2	Anaphase 2	Télophase 2

2-2- La Fécondation :

La fécondation est la fusion des noyaux haploïdes mâles et femelles lors de la rencontre des gamètes des deux sexes. Le résultat donne un zygote qui se divise immédiatement par mitose pour donner un embryon pluricellulaire.

La fécondation comprend :

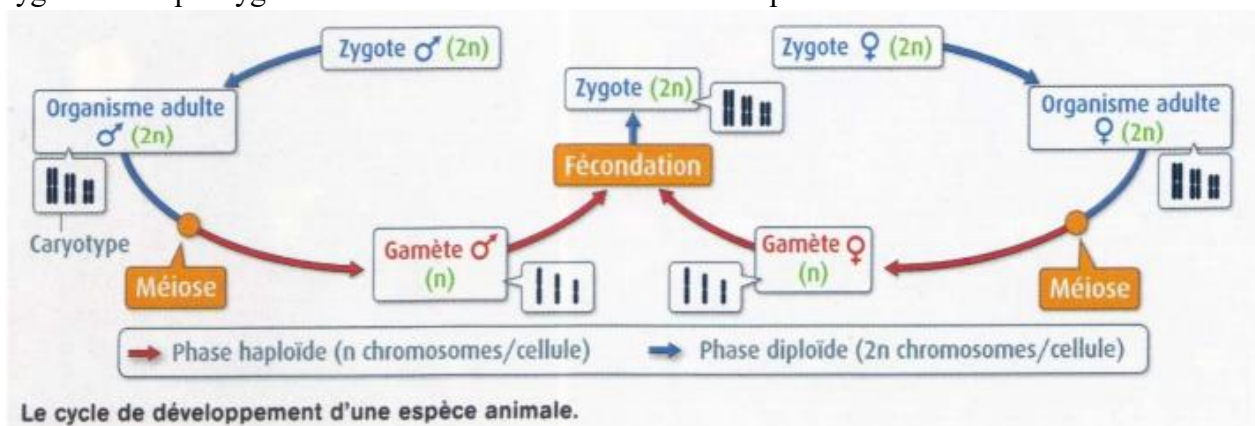
- Une fusion des cytoplasmes (= plasmogamie) des gamètes.
- Une mise en commun des matériels génétiques haploïdes (= amphimixie) le plus souvent permise par la fusion des noyaux (= caryogamie).

3- reproduction sexuée et stabilité de l'espèce :

Le cycle de développement décrit l'enchaînement des phases de la vie des individus d'une espèce donnée depuis leur naissance jusqu'à leur reproduction.

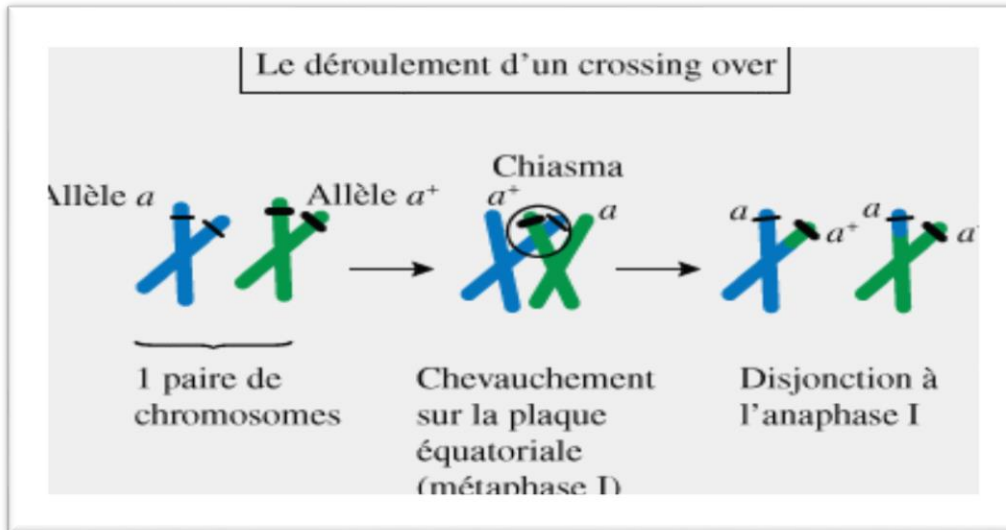
La stabilité du caryotype au fil des générations est assurée par l'alternance de deux processus biologiques complémentaires : la méiose permet de passer de la phase diploïde à la phase haploïde, alors que la fécondation permet de passer de la phase haploïde à la phase diploïde.

Lors de la fécondation, la rencontre au hasard de gamètes génétiquement différents donne à tous zygotes une combinaison originale d'allèles. La fécondation amplifie donc les brassages alléliques de la méiose, elle est elle-même responsable d'une immense diversité génétique possible pour les zygotes. Chaque zygote contient donc une combinaison unique et nouvelle d'allèles.



3-1- Les brassages intra-chromosomiques (les crossing-over)

- Le crossing-over est un échange réciproque de portions de chromatides entre deux chromosomes homologues. Ils se produisent au moment de **la prophase I** : les chromatides de deux chromosomes homologues appariés se chevauchent. Les chromosomes sont « cassés » au niveau de ces zones appelées **chiasmata** et les fragments obtenus sont échangés. D'une méiose à l'autre, les crossing-over ne se déroulent pas toujours sur les mêmes paires de chromosomes et aux mêmes endroits sur les chromosomes.
- Les chiasmata sont des entrecroisements de deux chromatides homologues observés lors de la méiose. Ils ne sont pas systématiques et s'observent en nombre variable. Le crossing-over correspond ainsi à un échange d'allèles, qui modifie les combinaisons alléliques des chromosomes. Ce remaniement conduit à accroître la diversité des génotypes des futurs gamètes issus de méiose lorsque les allèles portés par les deux fragments sont différents.
- Par exemple, si on considère un crossing-over sur une seule paire de chromosomes portant 2 allèles différents (a et a+) d'un gène donné, on obtient le résultat suivant.



3-2- Les brassages inter-chromosomiques

- Les brassages inter-chromosomiques interviennent au cours de **l'anaphase I et II**, après le brassage intra-chromosomique.
- Ils reposent sur le hasard de la disposition des paires de chromosomes sur l'équateur de la cellule (le positionnement d'une paire de chromosomes est indépendant de celui des autres paires) et de la ségrégation aléatoire des chromosomes aux deux pôles de la cellule.
- Il se produit ainsi un « mélange » des chromosomes paternels et maternels qui sont distribués aux cellules filles.
- Pour illustrer cette diversité on peut étudier les possibilités offertes par la méiose en considérant une paire de chromosomes et deux gènes (A et B) avec deux allèles chacun (a et a^+ , b et b^+).

