

*Introduction :*

Le caryotype (garniture chromosomique) est caractéristique d'une espèce : par exemple l'espèce humaine comporte 46 chromosomes. La reproduction sexuée permet à chaque descendant d'hériter du même caryotype, garant des caractéristiques de l'espèce. Au cours du cycle de développement 2 phases se succèdent :

- **Diploïde** où les cellules comportent des paires de chromosomes homologues ( $2n = 46$ )
- **Haploïde** où les cellules (gamètes) comportent un exemplaire des chromosomes de chaque paire ( $n=23$ )

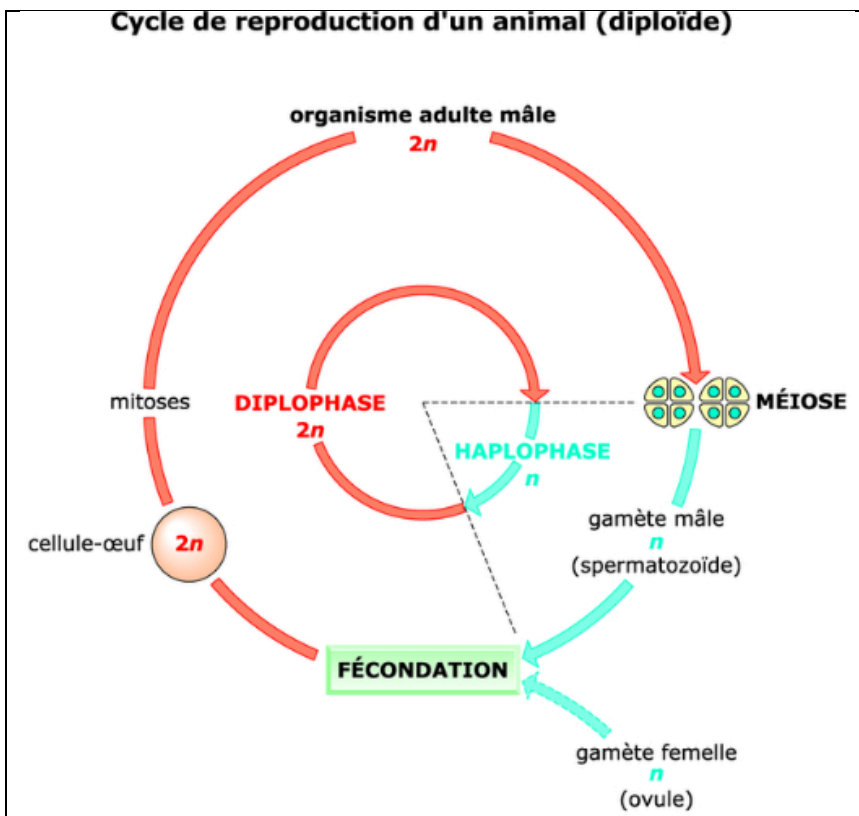
En effet, des processus : **méiose** (qui permet le passage de l'état diploïde  $2n$  à haploïde  $\rightarrow n$ ) et **fécondation** (passage de l'état haploïde à diploïde)

Mais l'individu hérite aussi d'un assortiment unique de gènes, pour moitié d'origine paternelle et pour moitié d'origine maternelle, en effet ces 2 processus réalisent un brassage génétique qui attribue à chacun une combinaison d'allèles originale, unique en son genre.

Quels sont les mécanismes qui permettent à la fois le maintien de la garniture chromosomique de l'espèce et la diversité des génomes individuels ?

Nous verrons, dans un premier temps comment ces 2 processus assurent le maintien du caryotype au cours du cycle de développement puis comment ils sont responsables de la diversité génétique des individus.

**I- Les mécanismes assurant le maintien de la stabilité du génome : Méiose et fécondation assurent le maintien du nombre chromosomique caractéristique de l'espèce :**



**1) La méiose**

La méiose, qui succède à une seule phase de réplication de l'ADN, est un ensemble de deux divisions cellulaires successives. Ainsi une cellule diploïde forme quatre cellules haploïdes : les gamètes.

Lors de la première division de la méiose il y a une réduction du nombre de chromosomes.

- En prophase, les chromosomes doubles s'individualisent ; les chromosomes homologues s'apparient et s'enchevêtrent. Se forment donc  $n$  paires de chromosomes homologues
- En métaphase, les paires de chromosomes se placent dans le plan équatorial de la cellule : deux chromosomes homologues se font face de part et d'autre de l'équateur.

- En anaphase, les deux chromosomes homologues de chaque paire se séparent. Un lot haploïde de chromosomes doubles migre vers chacun des pôles de la cellule.
- En télophase, les deux cellules qui s'individualisent contiennent chacune  $n$  chromosomes doubles.

Lors de la deuxième division de la méiose on assiste à une division qui s'apparente à une mitose qui produit deux cellules à  $n$  chromosomes simples à partir de chaque cellule à  $n$  chromosomes doubles. A l'issue de la méiose, une cellule diploïde a donc produit des cellules haploïdes à  $n$  chromosomes simples.

**2) La fécondation rétablit la diploïdie**

La fécondation permet le passage de la phase haploïde à la phase diploïde.

Elle consiste en l'union de deux gamètes (haploïdes), la fusion des 2 noyaux et conduit à la mise en commun des  $n$  chromosomes apportés par chacune des cellules. Il y a reconstitution des deux paires de chromosomes homologues, identiques morphologiquement aux deux paires des cellules diploïdes initiales à l'origine des gamètes.

Ainsi, la mise en commun des  $n$  chromosomes de chacun des deux gamètes conduit par la fécondation au rétablissement dans la cellule œuf obtenue, du caryotype, et donc du génome de l'espèce.

La reproduction sexuée assure donc le maintien du nombre de chromosomes par l'intermédiaire de 2 phénomènes qui alternent aux cours des générations ; La fécondation et la méiose.

**II- Diversité génétique des individus : méiose et fécondation assurent un brassage des allèles.**

**1) Les brassages génétiques réalisés lors de la méiose**

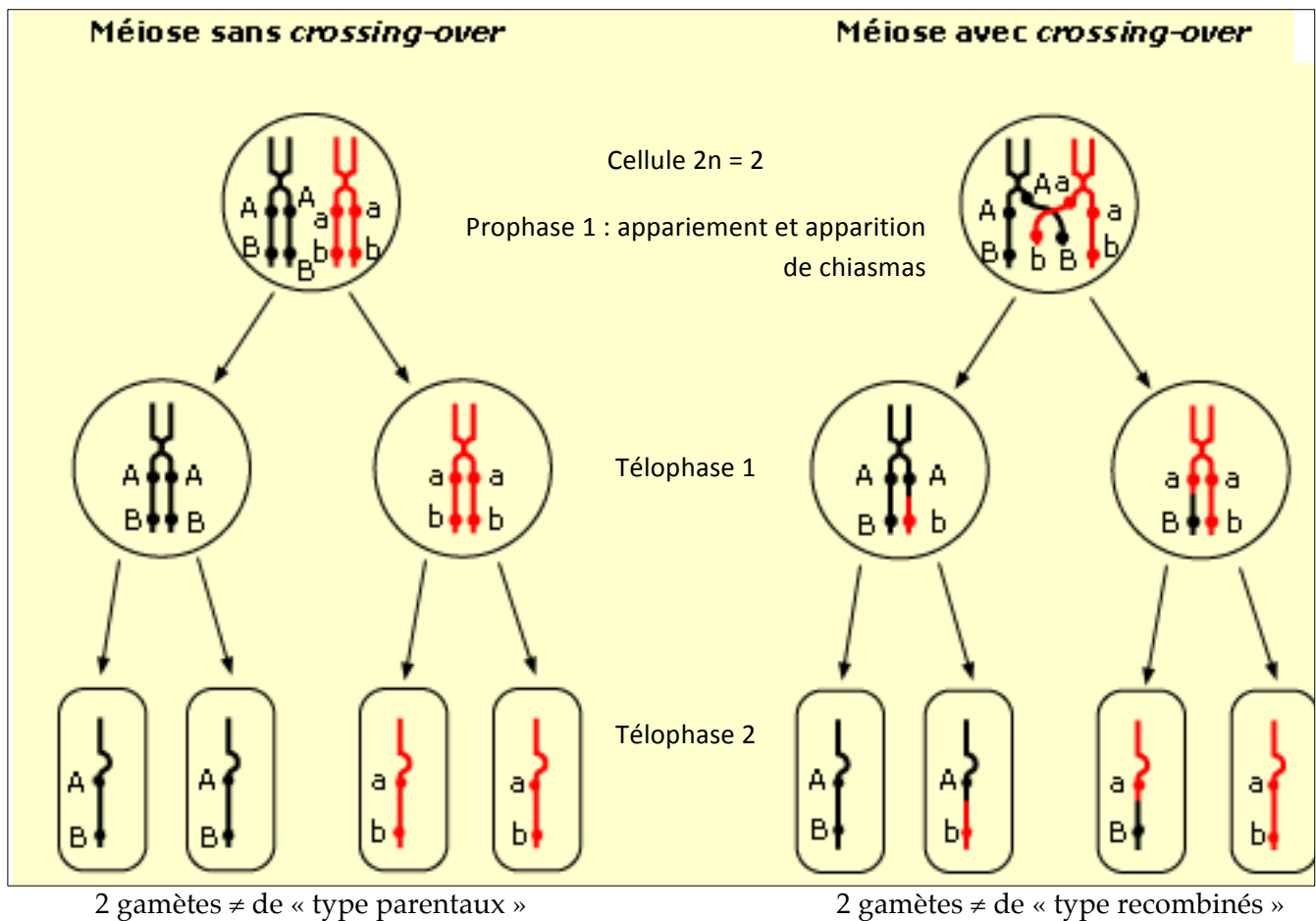
Le nombre de chromosomes d'une génération à l'autre ne changent pas cependant ils sont différents grâce à des recombinaisons ou brassages se déroulant au cours de la méiose :

- brassage intrachromosomique : lors de la prophase de la première division.

Cette division est caractérisée par l'appariement des chromosomes ; les chromosomes d'une même paire tendent à se séparer sauf au niveau des chiasmas où se produisent des échanges de fragments de deux chromatides de chromosomes homologues ; C'est la recombinaison intrachromosomique.

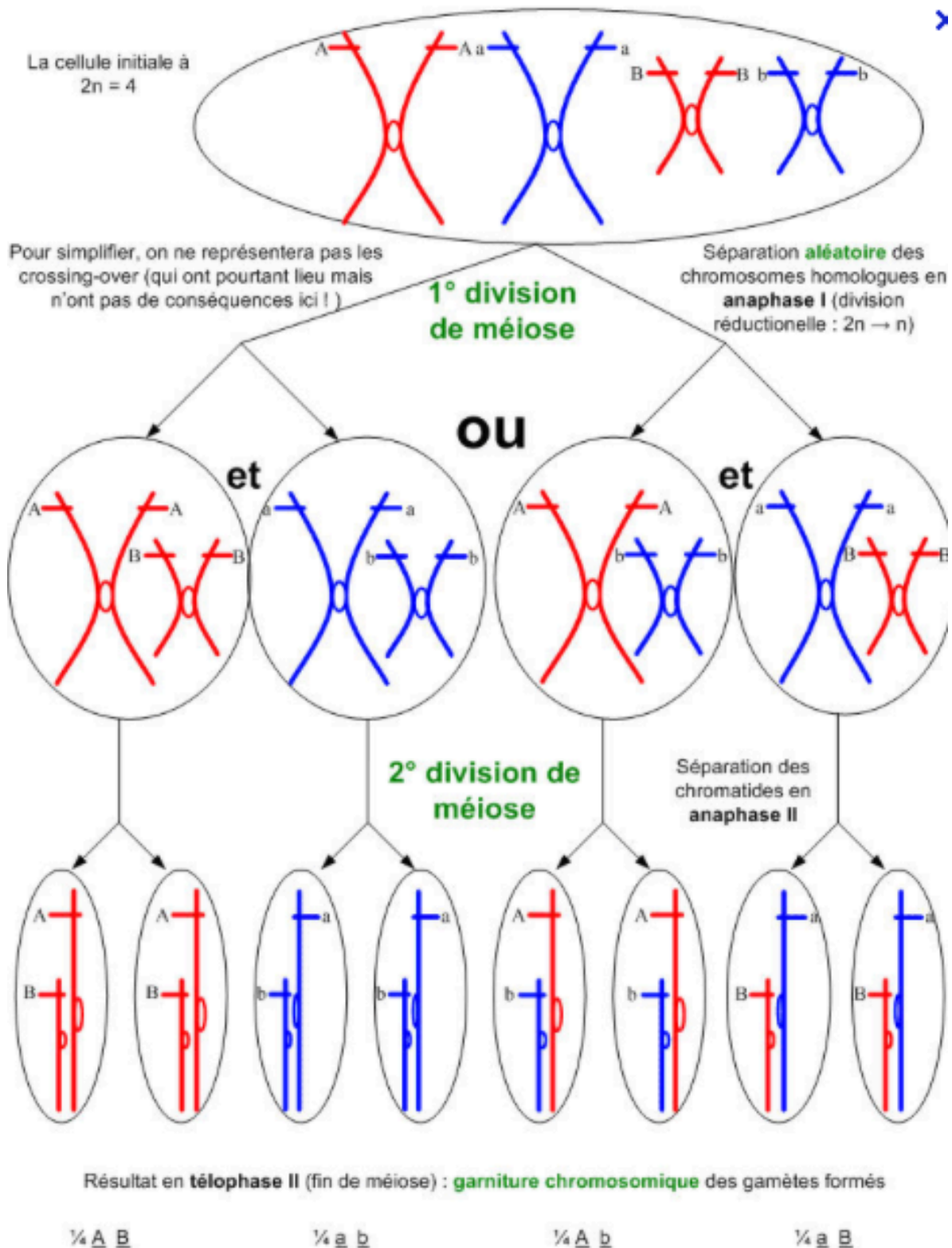
Des crossing-over se produisent de façon relativement rare. Des chromosomes remaniés naissent donc à chaque méiose.

Si on considère une paire de chromosomes homologues portant 2 gènes, 4 gamètes différents peuvent être produits dont 2 présentent des recombinaisons originales de gènes



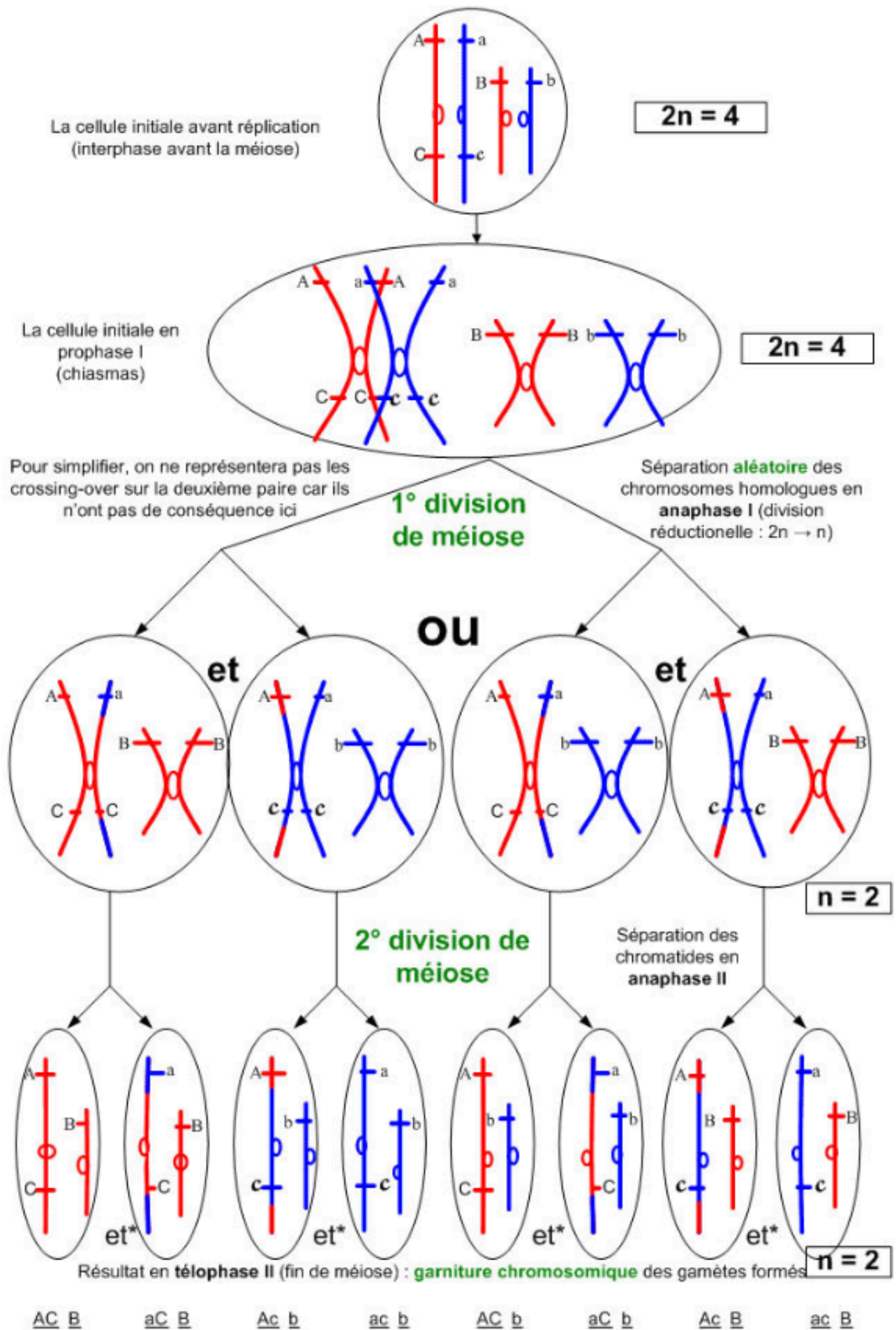
- Brassage interchromosomique : A la métaphase de la première division de la méiose, les deux paires de chromosomes envisagées se comportent de façon indépendante ; deux dispositions sont possibles et sont équiprobables.

Si on considère 2 paires de chromosomes homologues portant 2 gènes :



4 types différents de gamètes sont produits dont 2 correspondent à une recombinaison des allèles. Il y a donc, par ce mécanisme, création de nouvelles associations d'allèles.

Si on réalise un schéma bilan plus complexe avec 3 gènes : on peut illustrer la diversité engendrée par la combinaison des 2 types de brassages :



**Génotypes des 8 types de gamètes**

(pas de proportions « générales » car elles dépendent de la distance locus / centromère)

\*deux autres dispositions auraient pu être envisagées dans chaque cas (brassage interchromosomique par séparation aléatoire des chromatides) mais comme il n'y a pas eu brassage au niveau du petit chromosome les génotypes obtenus auraient été les mêmes.

Ainsi la diversité des gamètes produits est quasi infinie si on considère par exemple les 23 paires de chromosomes humains.

## **2) La fécondation amplifie la diversité.**

La fécondation est le résultat de la rencontre aléatoire de 2 gamètes mâle et femelle. Elle consiste en la fusion de 2 combinaisons alléliques issue des brassages de la méiose

La rencontre des gamètes se faisant au hasard, les génotypes possibles sont donc nombreux et équiprobables.

A partir de 2 parents hétérozygotes pour les 3 gènes, on obtiendrait 6 phénotypes nouveaux (Voir [http://beaussier.mayans.free.fr/IMG/pdf/FA3fecon\\_corec.pdf](http://beaussier.mayans.free.fr/IMG/pdf/FA3fecon_corec.pdf))

### *Conclusion :*

La méiose et la fécondation sont les mécanismes qui permettent le maintien de la garniture chromosomique de l'espèce mais assurent également la diversité des génomes individuels grâce aux brassages chromosomiques et à la rencontre au hasard des gamètes.

Pour un nombre de chromosomes et de gènes tel que ceux existant dans l'espèce humaine, on estime que le nombre théorique d'enfants génétiquement différents qu'un seul couple peut concevoir est supérieur au nombre d'atomes de l'Univers... ainsi les individus d'une espèce possèdent tous les mêmes gènes (génomés =) et sont tous identiques mais des allèles  $\neq$  (génotypes  $\neq$ ) donc sont tous différents.

On peut s'interroger sur les conséquences d'accidents survenant au cours de la méiose ;