

EXERCICE 1 – Génétique et évolution

Selon François Jacob, "la sexualité est considérée comme une machine à faire du différent".

Justifiez cette affirmation en exposant les conséquences génétiques de la méiose dans le cas où trois couples d'allèles (Aa, Bb, Cc) sont répartis sur deux paires de chromosomes. La réponse sera illustrée par des schémas.

*Vous rédigerez un texte argumenté. On attend des expériences, des observations, des exemples pour appuyer votre exposé et argumenter votre propos.*

**NB : les différents « titres » ne doivent pas apparaître dans votre copie.**

## Introduction

Chez les espèces à reproduction sexuée, chaque individu résulte de la rencontre d'un gamète mâle et d'un gamète femelle produits par ses parents. Les gamètes sont des cellules reproductrices haploïdes dont la fusion reconstitue le stock diploïde de chromosomes caractéristique de l'espèce.

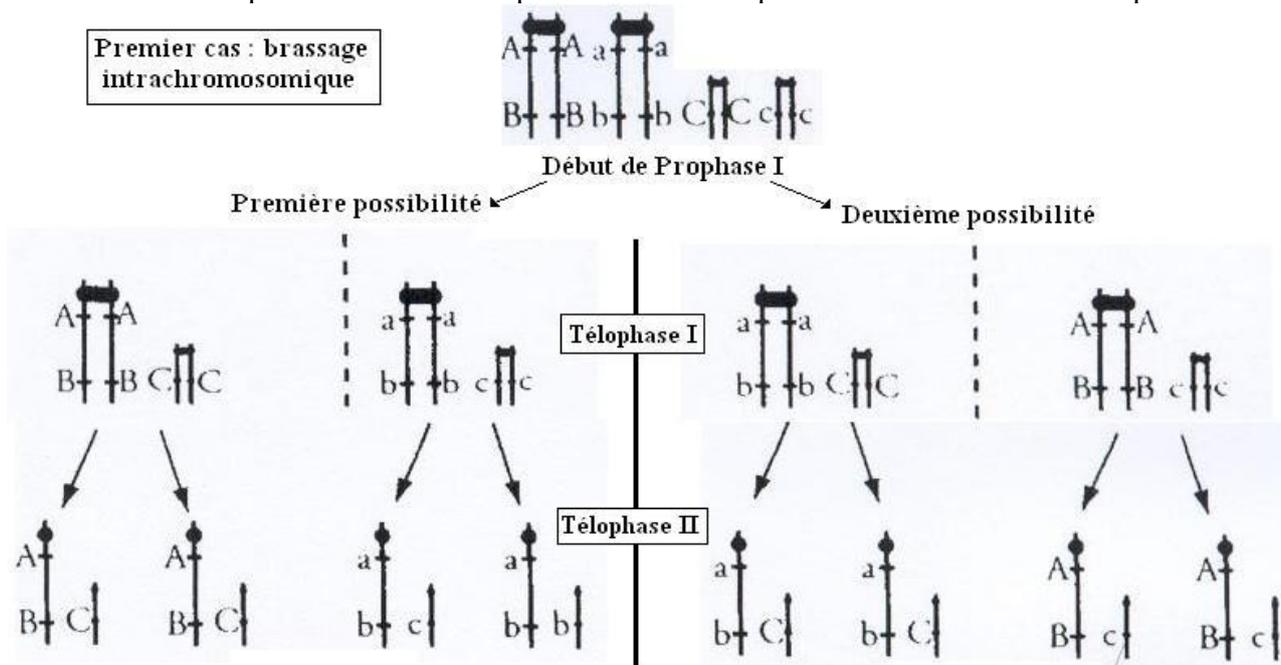
La répartition des chromosomes homologues et, donc, des allèles qu'ils portent, dans les cellules haploïdes à l'origine des gamètes, s'effectue lors de la méiose.

En prenant un exemple simple, celui de trois couples d'allèles portés par deux paires de chromosomes différents, nous envisagerons d'abord les conséquences du brassage interchromosomique, puis celles du brassage intrachromosomique de façon à illustrer les conséquences génétiques de ces mécanismes notamment l'unicité génétique des individus.

## I. La méiose et le brassage interchromosomique

La méiose est un ensemble de deux divisions précédé d'une seule synthèse d'ADN et intervient au cours de la formation des gamètes. Elle conduit à la mise en place de quatre cellules haploïdes à partir d'une cellule-mère diploïde.

Si l'on considère 3 couples d'allèles Aa, Bb et Cc disposés sur 2 paires de chromosomes, 2 couples d'allèles seront disposés sur une même paire chromosomique et le troisième sur l'autre paire.



Les cellules entament la première division de la méiose en entrant en prophase I. A ce stade, les chromosomes sont constitués de 2 chromatides identiques résultant de la duplication et reliés par le centromère. Au cours de cette phase, les chromosomes homologues sont réunis en bivalents.

Considérons en premier lieu un cas simple. Lorsque les chromosomes homologues se séparent à l'anaphase, chaque centromère migre aux pôles de la cellule indépendamment des centromères des autres chromosomes.

On obtient ainsi 4 types de gamètes différentes en proportions identiques.

### Exemple d'argument :

- **Expériences de croisements de mouches.**

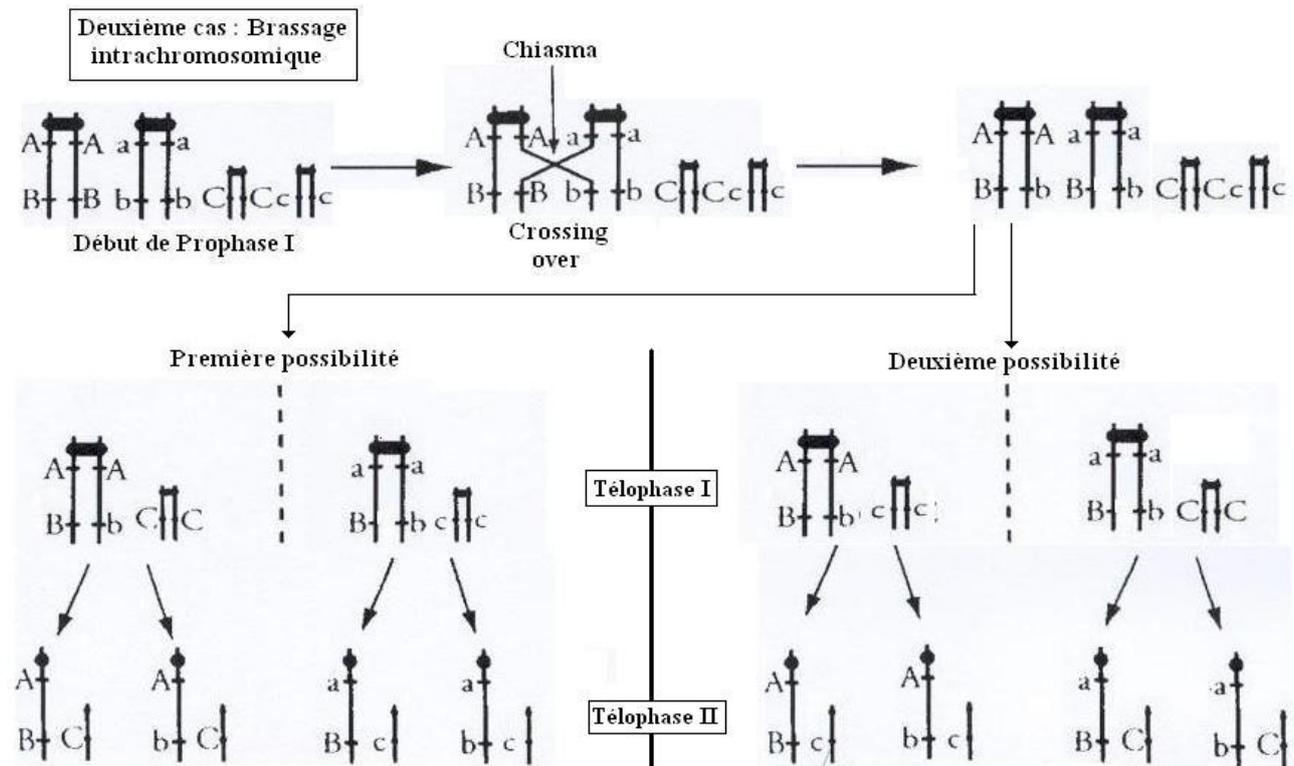
Toutefois, ce premier facteur de diversité des gamètes est accentué par la possibilité de brassage intrachromosomique.

## II. Le brassage intrachromosomique

Lors de la prophase I de la méiose, lorsque se forment les bivalents, les quatre chromatides de chaque bivalent sont étroitement accolées et entremêlées. Il peut alors se produire des échanges de segments homologues entre elles, au niveau de chiasmata, conduisant à la formation de chromatides portant une combinaison d'allèles différente de celle des chromosomes du parent.

**Exemple d'argument :**

- Observation de crossing-over en microscopie.
- expériences de croisements de mouches.



La fréquence de ces échanges (appelés aussi crossing-over) est faible.

### Conclusion.

La méiose constitue donc un mécanisme générateur de diversité en raison du brassage interchromosomique réalisé par la ségrégation indépendante des chromosomes et du brassage intrachromosomique réalisé par les crossing-over. Dans l'exemple choisi, il n'y a que 3 couples d'allèles conduisant à  $2^3 = 8$  gamètes possibles. En réalité, la diversité des gamètes chez les êtres vivants est considérablement plus importante car, non seulement, le nombre de gènes est beaucoup plus important (estimé à environ 100 000 dans l'espèce humaine soit, au minimum  $2^{100\ 000}$  combinaisons gamétiques s'il possède seulement 2 formes alléliques), mais aussi parce que chaque gène peut présenter plus de 2 formes alléliques. Aussi, la répartition aléatoire des allèles parentaux dans les gamètes conduit à une gigantesque diversité des gamètes.

De plus, leur rencontre au hasard lors de la fécondation est un facteur supplémentaire de formation d'individus originaux, uniques sur le plan génétique. Compte-tenu du nombre de gènes et du nombre d'allèles, souvent important pour chacun d'eux, on estime que la probabilité d'obtenir un

génotype identique chez deux individus est quasi-nulle chez l'Homme. La reproduction sexuée est véritablement un mécanisme produisant du différent.