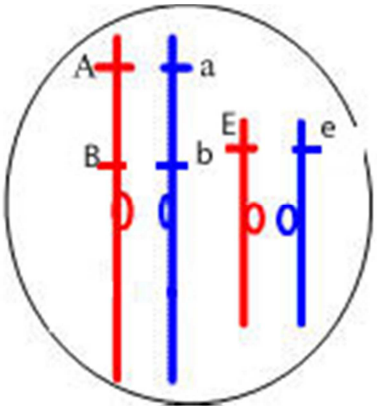
Partie I : génétique et évolution

Au cours du cycle de développement d'un être vivant, les phases haploïde et diploïde se succèdent. Le passage d'une phase à une autre correspond à des processus de la **reproduction sexuée**. La **méiose** permet le passage de la phase diploïde à la phase haploïde. Elle produit 4 cellules haploïdes à partir d'une cellule diploïde. La fécondation, deuxième mécanisme de la reproduction sexuée, assure le passage de la phase haploïde à la phase diploïde par la fusion de 2 cellules haploïdes.

La reproduction sexuée assure la stabilité du caryotype, et donc la pérennité de l'espèce, mais également la diversité génétique des individus. **Comment la méiose assure-t-elle cette diversité génétique ?**

Pour répondre à cette question nous étudierons une cellule 2n=4, et la transmission de 3 gènes et de 2 paires de chromosomes : 2 gènes α et β liés, c'est-à-dire portés par la même paire de chromosomes homologues, et un 3ème gène ε indépendant, porté par une autre paire de chromosomes. Chaque gène est présent sous 2 formes alléliques dans la cellule mère des gamètes.

Caryotype de la cellule mère des gamètes avant la réplication



1. Le brassage allélique lors de la prophase de première division de méiose

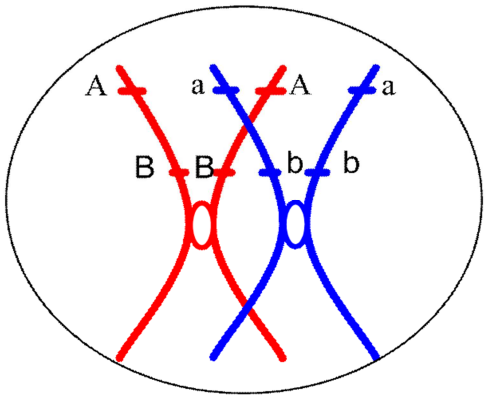
Chez les individus diploïdes à l'état adulte (2n chromosomes), comme tous les animaux et de nombreux végétaux, la méiose est à l'origine des **gamètes** haploïdes (n chromosomes) qui fusionnent au cours de la fécondation, pour

donner naissance à un zygote, c'est-à-dire la première cellule d'un nouvel individu. La méiose est précédée par un doublement de la quantité d'ADN (phase de réplication) : chaque chromosome passe de 1 à 2 chromatides. Chaque gamète contient un chromosome de chaque paire, et donc un seul allèle de chaque gène. Il y a **réduction chromatique** au cours de la méiose et **ségrégation des allèles**.

Au cours de la prophase I, les chromosomes homologues s'associent étroitement, puis sont séparés et répartis entre les 2 cellules filles lors de l'anaphase I. Ces cellules filles sont donc haploïdes, c'est-à-dire à n chromosomes. A partir de cellules à 2n=4 on obtient 2 cellules à n=2.

Lors de l'appariement des chromosomes, on observe des figures en X, appelés chiasma, au niveau desquelles les chromatides s'enchevêtrent. Des portions de chromatides peuvent alors s'échanger d'un chromosome à l'autre : c'est **le crossing-over** à l'origine de chromosomes remaniés. De nouvelles combinaisons d'allèles apparaissent sur les chromatides remaniées. On parle de **brassage intrachromosomique**. Dans l'exemple étudié, on a 4 combinaisons alléliques : AB, et ab qui sont les combinaisons parentales et Ab, aB qui sont les combinaisons nouvelles.

Le brassage intrachromosomique en prophase I :



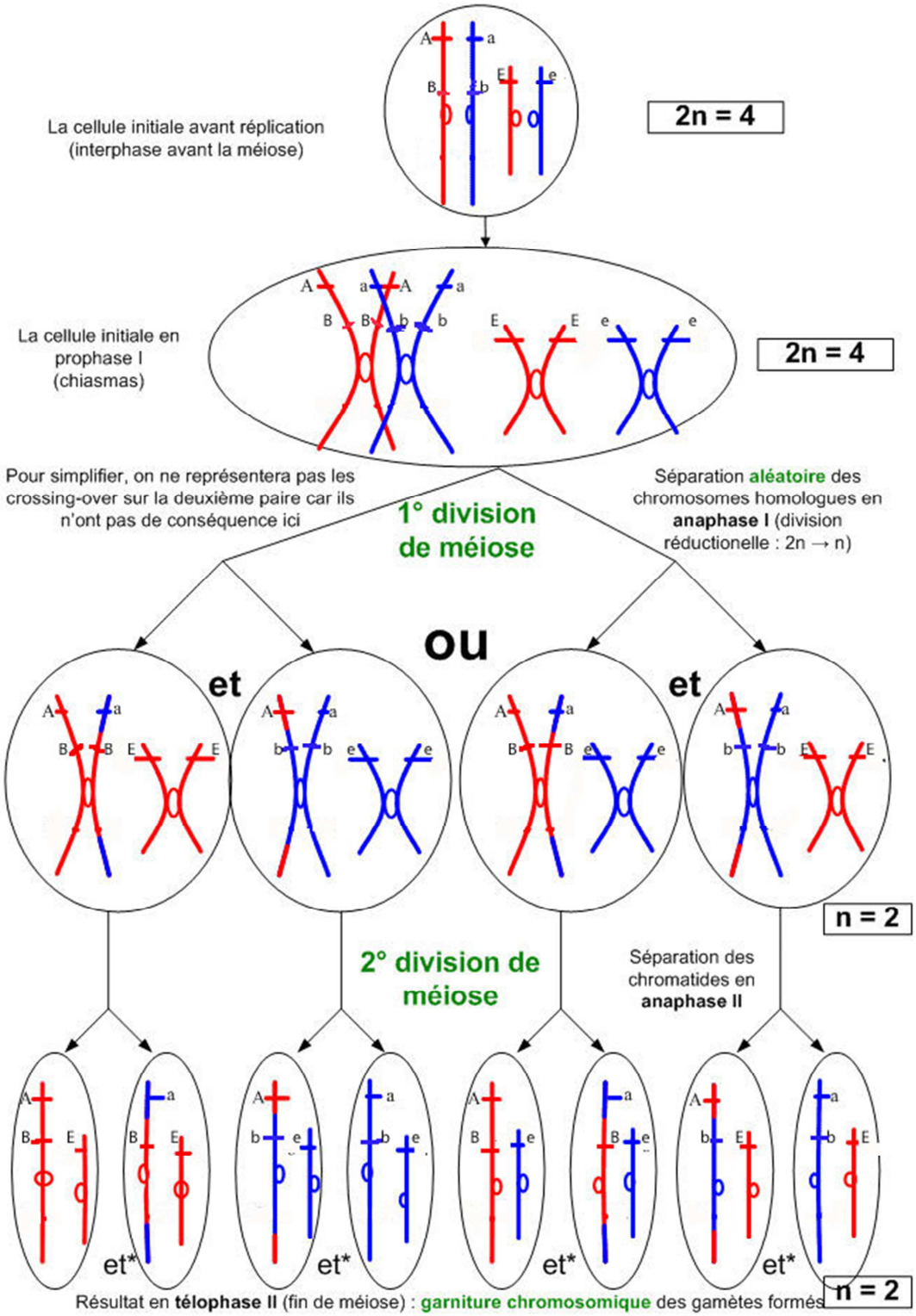
Ce brassage ne concerne que les gènes liés soit les gènes α et β de notre exemple.

2. Le brassage au cours de l'anaphase de première division de méiose

Lors de l'anaphase de première division, chaque chromosome d'une paire de chromosomes homologues peut migrer aléatoirement (et de façon indépendante pour chaque paire) vers l'un ou l'autre pôle de la cellule. Il y a ainsi un brassage des chromosomes homologues dans les cellules filles. On parle de **brassage interchromosomique**.

La deuxième division de méiose sépare les chromatides, et donne des gamètes à n chromosomes à 1 chromatide.
Le **brassage interchromosomique intervient après le brassage intrachromosomique** et brasse donc des chromosomes déjà remaniés.

Voir le schéma ci-dessous.



(AB, E) (aB, E) (Ab, e) (ab, e) (AB, e) (aB, e) (Ab, E) (ab, E)

La méiose a produit 8 types de gamètes différents pour 3 gènes. Or la cellule en contient plus de 20 000, et nombre de ces gènes sont présents sous forme hétérozygote dans la cellule. La diversité des gamètes est alors infinie.

Ainsi, la méiose est à l'origine de gamètes haploïdes, possédant une combinaison d'allèles unique de par les 2 brassages qui interviennent au cours de la méiose. La première division aboutit donc à des cellules possédant chacune une combinaison de chromosomes unique. Le **brassage intrachromosomique** intervient en prophase I, et brasse les gènes hétérozygotes portés par la même paire de chromosome. Le **brassage interchromosomique** intervient lors de l'anaphase I lors de la séparation aléatoire les chromosomes homologues. La méiose a donc produit une diversité potentiellement infinie de gamètes.
La fécondation réunit ces gamètes au hasard, le zygote aura une combinaison d'allèles inédite. Ainsi ces 2 processus de la **reproduction sexuée** sont à l'origine de la diversité des individus d'une même espèce.