

10
10 JB

Montrer comment les crossing-over peuvent être source de diversité génétique

Introduction

La diversité génétique est essentielle pour l'évolution des espèces, et elle repose sur des mécanismes tels que les mutations, les assortiments indépendants, et les crossing-over. Ces derniers, se déroulant durant la méiose, jouent un rôle majeur en permettant un brassage génétique. Dans ce devoir, nous montrerons comment les crossing-over classiques et les crossing-over inégaux contribuent à cette diversité. Nous analyserons également leurs conséquences sur le génome et l'évolution des espèces.

I. Le crossing-over classique : un mécanisme de brassage intrachromosomique

A. Déroulement et explication du processus

Le crossing-over classique survient au cours de la prophase I de la méiose. Il consiste en un échange réciproque de segments entre chromatides non-sœurs de chromosomes homologues.

Schéma du crossing-over classique :

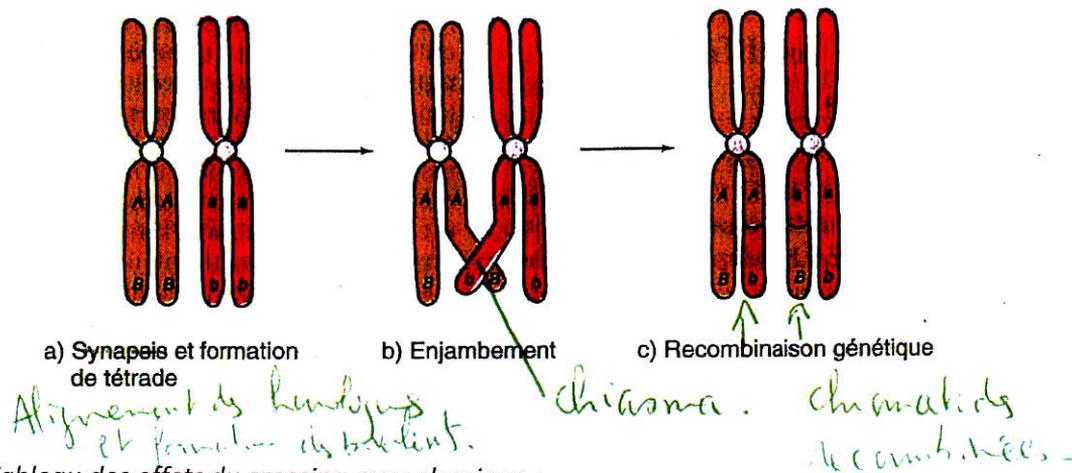


Tableau des effets du crossing-over classique :

Avant Crossing-over	Après Crossing-over
Deux chromosomes homologues identiques à ceux hérités des parents dans les gamètes : (AB/ et ab/).	Chromosomes recombines dans les gamètes : (AB/Ab/ et aB/ab/).

- Le crossing-over génère de nouvelles combinaisons d'allèles sur un même chromosome.
- Cela augmente la variabilité génétique dans les gamètes et, par conséquent, dans la descendance.

B. Exemple biologique : la couleur des yeux chez la drosophile

Chez la drosophile, les gènes contrôlant la couleur des yeux et la forme des ailes se situent sur le même chromosome. Le crossing-over entre les emplacements de ces gènes, peut produire des gamètes recombinés avec des combinaisons d'allèles nouvelles, ce qui se traduit par une descendance aux phénotypes variés.

→ situés sur un même chromosome

Le crossing-over classique permet donc un brassage intrachromosomique des allèles, essentiel pour créer une diversité génétique dans les populations.

II. Le crossing-over inégal : un mécanisme à l'origine de nouvelles séquences génétiques

A. Définition et mécanisme

Le crossing-over inégal se produit lorsque les chromosomes homologues ne s'alignent pas correctement pendant la méiose. Cela conduit à une duplication ou à une délétion de gènes.

prophase I de

Lors des crossing-over, il arrive que les échanges de fragments de chromatides ne soient pas équivalents. On parle de crossing-over inégal. Les chromosomes affectés par un crossing-over inégal, en fin de méiose, présentent des combinaisons génétiques différentes. Dans le schéma ci-contre, l'une des deux chromatides possède deux copies du gène A, alors que l'autre chromatide n'aura plus de gène A. À l'issue de la méiose, 2 gamètes contiendront donc un chromosome anormal : soit porteur de deux gènes A, soit dépourvu du gène A.

Schéma du crossing-over inégal :

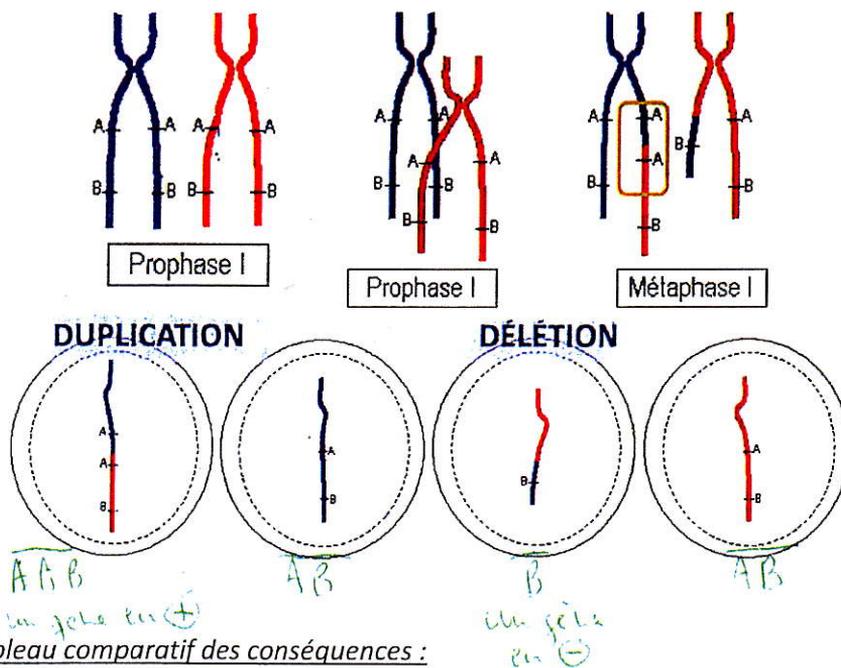


Tableau comparatif des conséquences :

Duplication	Délétion
Augmentation du nombre de copies d'un gène.	Perte d'un ou plusieurs gènes.
Source potentielle de nouveaux gènes à fonctions modifiées.	Possibilité de maladies génétiques ou perte de fonctions.

B. Exemple biologique : les gènes des opsines chez les primates

Les opsines sont des protéines photoréceptrices responsables de la vision des couleurs. Chez les primates, les duplications successives des gènes des opsines résultent de crossing-over inégaux.

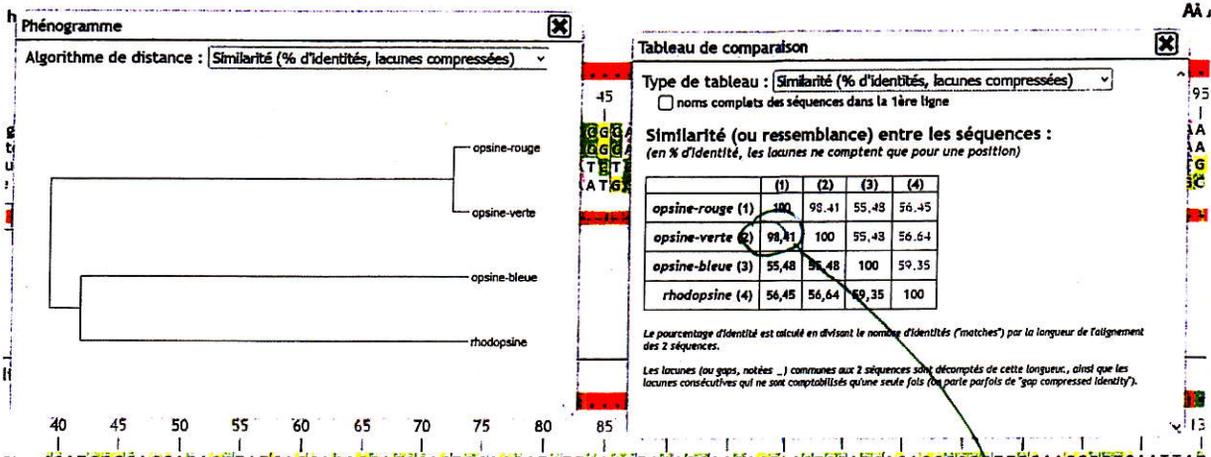


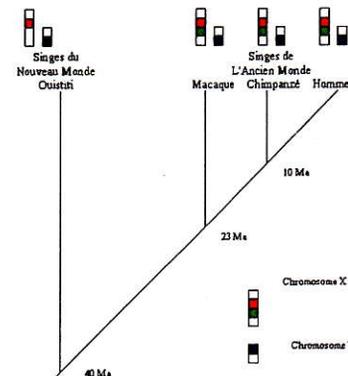
Tableau des gènes des opsines :

Gène	Longueur d'onde (nm)	Couleur perçue	Localisation chromosomique
S	420	Bleu	Chromosome 7
M	530	Vert	Chromosome X
L	560	Rouge	Chromosome X

- La duplication du gène M (vert) a donné naissance au gène L (rouge).
- Chez les primates de l'Ancien Monde, cette trichromatie permet une vision des couleurs plus riche, avantageuse pour détecter des fruits mûrs ou des jeunes feuilles.

Tableau de l'évolution des opsines chez les primates :

Primate	Nombre d'opsines	Type de vision
Singes du Nouveau Monde	2	Dichromatique
Singes de l'Ancien Monde	3	Trichromatique
Homme	3	Trichromatique



La dernière duplication des gènes d'opsines chez les primates a eu lieu il y a environ 30 à 40 millions d'années. Avant cette duplication, la plupart des mammifères, y compris les ancêtres des primates, avaient une vision dichromatique (perception principalement du bleu et du vert). Avec cette duplication, un gène supplémentaire pour percevoir les longues longueurs d'onde (perception du

rouge) a permis l'évolution vers une vision trichromatique, spécifique à certains groupes de primates, comme les singes de l'Ancien Monde.

La présence de trois types d'opsines (S, M et L) chez les singes de l'Ancien Monde leur confère plusieurs avantages :

1. Détection améliorée des fruits mûrs : La perception du rouge (grâce à l'opsine L) permet aux singes de repérer plus facilement les fruits mûrs, qui sont souvent rouges ou orangés, par rapport aux feuilles vertes de l'environnement. Cela améliore leur capacité à trouver de la nourriture.
2. Meilleure reconnaissance de l'environnement : La capacité à percevoir trois couleurs permet une meilleure distinction des différents éléments du paysage, ce qui peut être crucial pour éviter les prédateurs ou pour naviguer dans des environnements complexes comme les forêts.
3. Communication sociale : La vision trichromatique facilite la reconnaissance des signaux sociaux, tels que les expressions faciales et les comportements, qui sont essentiels pour la vie en groupe des primates.

C. Conséquences évolutives

1. Diversification génétique :
 - o Les duplications peuvent être à l'origine de familles multigéniques (ex. hémoglobine, myoglobine, opsines).
 - o Elles permettent l'apparition de nouvelles fonctions adaptatives.
2. Spéciation :
 - o Des modifications génétiques importantes dues à des crossing-over inégaux peuvent jouer un rôle dans la séparation des espèces.

III. Comparaison des types de crossing-over : classique et inégal

Tableau comparatif :

Critère	Crossing-over classique	Crossing-over inégal
Nature de l'échange	Échange réciproque et aligné.	Échange non réciproque et mal aligné.
Conséquences	Combinaisons nouvelles d'allèles. <i>Diversité génétique</i>	Duplication ou délétion de gènes. <i>gène en + gène en -</i>
Exemples	Couleur des yeux chez la drosophile.	Famille des opsines chez les primates.

Conclusion

Les crossing-over sont une source majeure de diversité génétique, à travers le brassage intrachromosomique (crossing-over classique) et la création de nouvelles séquences génétiques (crossing-over inégal). Ces mécanismes contribuent à l'évolution des génomes et des espèces en permettant l'émergence de nouvelles fonctions et adaptations.