

Correction Interrogation du 16 octobre 2023

Exercice : Jumeaux mais parents différent)

Critères de référence :

- Logique et complétude de la construction du texte par rapport à la question posée ;
- Exactitude et complétude des connaissances à mobiliser - Pertinence, complétude et exactitude des arguments nécessaires pour étayer l'exposé (schémas, principes ou exemples d'expériences, observations, situations concrètes... éventuellement issus du document proposé) ;
- Qualité de l'exposé (syntaxe, vocabulaire scientifique, clarté de tout mode de communication scientifique approprié).

Introduction :

Les vrais jumeaux sont des jumeaux génétiques puisqu'ils dérivent du même œuf fécondé qui s'est scindé en deux au tout début du développement embryonnaire. En théorie les deux individus auront donc la même séquence d'ADN.

Des sœurs vraies jumelles ont épousé des frères jumeaux et ont eu chacune un enfant.

Les deux cousins nouveaux nés sont-ils génétiquement identiques ?

Afin de répondre à la question, sera traitée la reproduction sexuée qui assure à la fois la stabilité et la diversité des individus au sein de l'espèce.

Cette reproduction sexuée fait intervenir 2 mécanismes complémentaires : la méiose et la fécondation.

La méiose est une succession de 2 divisions qui produit 4 cellules haploïdes à partir d'une cellule $2n$.

La méiose est à l'origine d'une très grande diversité de gamètes grâce aux brassages génétiques.

La fécondation rétablit la diploïdie et assure la formation d'une cellule œuf unique au niveau génétique à l'origine d'un individu.

I- la méiose

La méiose permet la formation des gamètes. Elle correspond à la succession de deux divisions cellulaires précédées comme toute division d'un doublement de la quantité d'ADN (réplication).

1) La première division (réductionnelle) et la séparation des chromosomes homologues :

Au cours de la prophase I, les chromosomes homologues de chaque paire, formés de deux chromatides s'apparient ; il y a formation de bivalents. A la métaphase I, les deux chromosomes de chaque paire se répartissent de part et d'autre du plan équatorial.

A l'anaphase I, l'un des chromosomes d'une paire va vers un pôle et l'autre vers l'autre pôle, indépendamment du comportement des chromosomes des autres paires. Chaque cellule fille n'hérite donc que d'un seul chromosome de chaque paire, toujours formé de deux chromatides. La cellule entrant en méiose était diploïde. Les deux cellules formées en télophase I sont ainsi haploïdes.

2) La deuxième division (équationnelle) et la séparation des chromatides

Au cours de la deuxième division de la méiose, il y a séparation des deux chromatides de chaque chromosome double. Les quatre cellules formées (qui donneront les gamètes) héritent donc, pour chaque paire d'un chromosome simple à une chromatide. Ce sont des cellules haploïdes.

Schémas attendus

Comment étudier le brassage génétique et sa contribution à la diversité génétique ?

II- Les brassages lors de la méiose

Afin d'identifier les différents brassages, les généticiens ont pris comme modèle les drosophiles à cycle diploïde, et réalisent des croisements afin d'étudier le devenir de deux caractères phénotypiques gouvernés chacun par un gène (avec chacun deux allèles).

Notamment les croisements tests effectués ont permis d'identifier deux types de brassages : les brassages inter et intra chromosomiques.

1- Brassage interchromosomique lors de l'anaphase I.

En anaphase I, lors de la disjonction des chromosomes, les deux chromosomes homologues de chaque paire se séparent. Chaque chromosome migre vers l'un ou l'autre pôle de la cellule.

C'est un phénomène aléatoire : ainsi le chromosome d'une paire peut être associé avec l'un ou l'autre chromosome d'une deuxième paire ; ceci est valable pour les n paires.

Un tel brassage est qualifié d'interchromosomique. Les différents chromosomes se séparent donc indépendamment les uns des autres. Le nombre de combinaisons possibles est de : 2^n .

Dans le cas de l'espèce humaine, $n = 23$, donc un individu peut produire 2^{23} spermatozoïdes ou ovules différents (soit plus de 8 millions de spermatozoïdes ou d'ovules différents).

Schémas attendus

- P1 + les 2 MI + les deux T1

A partir d'une cellule à $2n = 4$ chromosomes on peut obtenir 4 gamètes équiprobables (prendre l'exemple de deux gènes indépendants A et B possédant chacun deux allèles).

Mais ce nombre de possibilités est encore sous-évalué car un autre phénomène intervient : le brassage intra-chromosomique par crossing-over.

2- Brassage intra-chromosomique lors de la prophase I.

Ce type de brassage ne peut intervenir que lorsque 2 gènes sont liés ici les gènes de A et D.

La prophase de première division de méiose montre que 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 remaniés. On parle de brassage intra-chromosomique.

Schéma : Cellule mère des gamètes en prophase de 1ère division de méiose.

Schéma lors de CO en PI : P1 avec CO + T1/P2 + T2 ;

→ Les deux brassages permettent une immense diversité de gamètes. Les deux mères ainsi que les deux pères produiront donc des gamètes différents du fait du caractère aléatoire des crossing-over.

III- La fécondation, source de diversité génétique supplémentaire

C'est la mise en commun du patrimoine génétique du gamète mâle et du gamète femelle.

La fécondation réunit au hasard un gamète mâle et un gamète femelle parmi les plus de 8 millions de gamètes mâles et les plus de 8 millions de gamètes femelles possibles. La probabilité d'avoir deux enfants identiques suite à une fécondation est donc nulle.

La fécondation est donc également source de diversité génétique

Schéma attendu

Conclusion :

La reproduction sexuée grâce à la méiose et à la fécondation permet l'alternance de la phase haploïde et diploïde au cours des cycles de développement et assure ainsi la constance du stock chromosomique d'une espèce au cours des générations successives.

Toutefois ces mécanismes sont aussi à l'origine de brassages chromosomiques responsables de l'originalité des combinaisons alléliques de chaque individu de l'espèce. Méiose et fécondation assurent la diversité des individus au sein de l'espèce maintenue stable.

On peut donc affirmer qu'il est très improbable que les 2 enfants issus des couples de jumeaux possèdent le même patrimoine génétique.

Schéma bilan