

Correction du test 1 – SVT

Sujet 2 : Les beaux yeux des rats (10 pts)

Intro : 0,5 pt

On se propose d'étudier un croisement de rats différant par la couleur des yeux.

Le texte nous indique que chez le rat la pigmentation des yeux est un caractère gouverné par 2 gènes liés, et que chacun de ces gènes possède 2 allèles : un allèle dominant permettant la synthèse de pigment, un allèle récessif ne la permettant pas : Gène « P » : allèles P et p ; Gène « R » : allèles R et r.

R et P sont les allèles dominants respectivement sur r et p.

On apprend aussi que les rats ne possédant qu'un seul allèle dominant ont des yeux clairs comme les doubles homozygotes récessifs.

On croise des rats de souche pure : P1 [yeux noirs] x P2 [yeux clairs] double récessif.
→ F1 [yeux noirs] à 100%

A) Génotypes des parents et de la F1

Les parents de souche pure sont doubles homozygotes. La F1 est donc double hétérozygote et présente le phénotype déterminé par les allèles dominants.

1,5

P1	P2	F1
(R P / R P)	(r p / r p)	(R P / r p)

B) Gamètes possibles produits par les rats F1

Les rats F1 étant doubles hétérozygotes et les gènes liés, les mécanismes du brassage lors de la méiose permettent de montrer les différents types de gamètes produits :

Lors de l'appariement des chromosomes homologues en PI, il peut y avoir brassage intrachromosomique par crossing-over résultant de l'échange de portion de chromatides non sœurs aboutissant à un échange d'allèles.

1 pt

SCHEMAS : Cellule avant replication- Prophase I avant c/over – c/over – résultat du c/over –
Télophase I /Prophase II. – 4 types de gamètes obtenus : (R P) ; (r p) ; (R p) ; (r P)

2 pt

Conclusion : F1 produit 4 types de gamètes en proportions différentes :

1 pt

- 2 types majoritaires (gamètes de types parentaux), de génotype (R P) et (r p), qui regroupent les gamètes provenant des méioses au cours desquelles il n'y a pas eu de crossing-over pour ces gènes (les plus nombreuses), et les gamètes portant les chromatides non recombinés lors des méioses avec crossing-over.
- 2 types minoritaires (gamètes recombinés), de génotypes (R p) et (r P) qui sont issus de la recombinaison intrachromosomique.

C) Analyse du croisement test F1 x P2

On croise : F1 [yeux noirs] x P2 [yeux clairs] double récessif
→ F2BC présente les 2 phénotypes : 1255 rats [yeux noirs] et 1777 rats [yeux clairs]

Soit : $1255/3032 = 41,4\%$ de rats [yeux noirs] et $1777/3032 = 58,6\%$ de rats [yeux clairs]

P2, double homozygote récessif (r p / r p) ne produit qu'un seul type de gamètes de génotype (r p) ; ce sont donc les gamètes de F1 qui déterminent les phénotypes de la F2BC.

Les % des divers phénotypes obtenus étant égaux à ceux des divers types de gamètes de F1. 1 pt

- Si F1 n'avait produit que 2 types de gamètes ceux-ci seraient en égales proportions et les 2 phénotypes le seraient aussi (50% chacun). Or ce n'est pas le cas, on a une majorité de [yeux clairs] env. 60%, et env. 40% de [yeux noirs]. **1 pt**
- F1 a donc bien produit 4 types de gamètes, dont 2 types recombinés. La majorité des phénotypes [yeux clairs] s'explique par la nécessité d'avoir un allèle dominant de chaque gène (R ET P) pour avoir le phénotype [yeux noirs], et les seuls les gamètes (R P) de F1 fournissent ces 2 allèles dominants. **1 pt**

Echiquier de croisement :

1 pt

Génotypes des gamètes de F1	(R P)	(r p)	(R p)	(r P)
Génotype des gamètes de P2				
(r p)	[noirs] 41,4%	[clairs] 41,4%	[clairs] 8,6%	[clairs] 8,6%
% des phénotypes observés		41,4%	58,6% [clairs]	

Exercice 1 : Klinefelter (10 points)

Voir plus bas...

Introduction : -0,5pt si absente

Au cours des générations, la constance du caryotype de l'espèce est assurée par les mécanismes de la reproduction sexuée. Cependant, il arrive que des individus naissent avec un caryotype différent ; c'est le cas des personnes atteintes du syndrome de Klinefelter qui possèdent trois chromosomes sexuels au lieu de deux. Ce caryotype résulte de l'union d'un gamète possédant deux chromosomes sexuels et un autre n'en possédant qu'un seul.

Comment expliquer cette anomalie lors de la production des gamètes ?

Après avoir présenté les mécanismes de répartition des chromosomes au cours d'une méiose sans erreur dans une cellule fictive formule chromosomique $2n=4$, nous expliquerons les mécanismes responsables de la production de gamètes à deux chromosomes sexuels à l'origine du syndrome Klinefelter.

Développement

- I - La répartition des chromosomes au cours de la méiose :

La méiose correspond à une succession de deux divisions cellulaires précédées par une réplication de l'ADN et elle permet le passage de la phase diploïde à la phase haploïde. Chez les diploïdes comme l'Homme, elle précède la fécondation.

1) La première division 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 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.

Schéma d'une méiose normale affectant une cellule de formule chromosomique $2n = 4$.

- II - La genèse de gamètes possédant deux chromosomes sexuels :

La perturbation responsable de la formation d'un gamète contenant deux chromosomes sexuels chez la mère peut survenir durant la première ou la deuxième division de la méiose.

1) Durant la première division : la non-séparation des deux chromosomes X :

Les deux chromosomes X, toujours formés de deux chromatides, migrent vers le même pôle de la cellule lors de l'anaphase I. Une des deux cellules à l'issue de la télophase I possède alors deux chromosomes X et l'autre aucun. La deuxième division aboutit à la formation de deux cellules possédant deux chromosomes X simples.

2) Durant la deuxième division : la non-séparation des chromatides :

La première division se déroule normalement et donne naissance à deux cellules filles qui contiennent chacune un chromosome X formé de deux chromatides. Lors de la deuxième division, les deux chromatides se séparent mais migrent vers le même pôle de la cellule donnant ainsi naissance à un gamète possédant deux chromosomes X.

Schéma de la méiose avec non séparation des chromosomes

Schéma avec non séparation des chromatides

- III- Fécondation d'un ovocyte anormal et d'un spermatozoïde normal

Tableau de croisement OU schéma attendu

La méiose anormale chez la mère entraîne la formation après fécondation de caryotype anormaux : trisomie X, monosomie X, monosomie Y et syndrome de Klinefelter. Le caryotype d'un individu atteint du syndrome de Klinefelter présente une anomalie du nombre de chromosome et montre 3 chromosomes sexuels X,X et Y ($2n = 44+XXY$) alors qu'un caryotype normal présente deux chromosomes sexuels ($2n=44+XX$ ou $2n=44+XY$).

Conclusion :

Les probabilités d'anomalies de la méiose à l'origine de la présence de deux chromosomes X dans un gamète sont assez rares. Elles sont dues à une non séparation des chromosomes en AI ou non disjonction des chromatides en AII. Ces anomalies peuvent concerner d'autres chromosomes (13, 18 et 21) mais, le plus souvent, les individus porteurs de ces caryotypes anormaux ne sont pas viables (avortements spontanés).