Corrigé et barème – Reproduction sexuée : méiose, brassages et fécondation

Génotype, méiose et fécondation, stabilité du caryotype ; analyse génétique (lignées pures, dominance, croisement test, gènes liés à l'X) ; brassages inter- et intrachromosomique ; génotype humain (familles, séquençage, mucoviscidose) ; accidents de la méiose et familles multigéniques.

Durée : 120 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité SVT Terminale

Exercice 1 – Mobiliser ses connaissances ★★ *(6 pts)*

a) Introduction : la méiose produit, à partir d'une cellule diploïde, quatre cellules haploïdes ; chaque gamète reçoit un seul allèle de chaque paire. **Gènes indépendants** (A//a ; B//b) : en métaphase I, chaque paire d'homologues s'oriente au hasard, indépendamment de l'autre ; en anaphase I, les homologues se séparent : deux dispositions équiprobables, d'où quatre gamètes (A ; B), (A ; b), (a ; B), (a ; b), un quart chacun. C'est le **brassage interchromosomique**. Schéma : les deux dispositions des deux paires. **Gènes liés** (A B // a b) : sans échange, seuls les gamètes parentaux (A B) et (a b) sont formés ; en prophase I, un **crossing-over** entre deux chromatides non sœurs, entre les deux loci, produit les chromatides recombinées (A b) et (a B) : c'est le **brassage intrachromosomique**. Les recombinés sont minoritaires (moins de 50 %), car ce crossing-over n'a pas lieu à chaque méiose et n'engage que deux chromatides sur quatre. Schéma : bivalent à quatre chromatides, chiasma, chromatides obtenues. Conclusion : les deux brassages se combinent, la diversité des gamètes est potentiellement infinie. (3)

b) **Conservation du caryotype** : la méiose réduit de moitié le nombre de chromosomes ($2n \to n$) en séparant les homologues ; la fécondation unit deux gamètes haploïdes ($n + n \to 2n$) : le caryotype de l'espèce se retrouve à chaque génération. **Génotype unique** : chaque gamète est l'une des innombrables combinaisons créées par les brassages inter- et intrachromosomiques ; la fécondation réunit au hasard un gamète de chaque parent, deux génomes d'origine indépendante : la cellule-œuf reçoit une combinaison d'allèles nouvelle (sans nouvel allèle : ceux-ci viennent des mutations). **Accident** : une non-disjonction (homologues non séparés en anaphase I ou chromatides sœurs en anaphase II) donne des gamètes à $n + 1$ et $n - 1$ chromosomes ; avec un gamète normal, cellule-œuf trisomique (trisomie 21 : 47 chromosomes) ou monosomique (45,X). Schéma : non-disjonction d'une paire et gamètes obtenus. Conclusion : la reproduction sexuée stabilise le caryotype et renouvelle les combinaisons d'allèles, en tolérant des erreurs. (3)

Piège — Placer le brassage interchromosomique en prophase I ou le crossing-over en anaphase I : interchromosomique = anaphase I, intrachromosomique = prophase I.

Exercice 2 – Un croisement test chez une graminée ★★ *(6 pts)*

a) La F1 est croisée avec un homozygote récessif (l b // l b), qui ne fournit que des gamètes (l b) : ils ne masquent rien. Le phénotype de chaque descendant révèle le gamète produit par la F1, et les proportions des phénotypes sont celles de ses gamètes : c'est un **croisement test**. (1,5)

b) Total : $214 + 209 + 36 + 41 = 500$. Des gènes indépendants donneraient quatre classes d'environ 25 %. Ici, [longs, bruns] + [courts, clairs] $= 423$, soit $\frac{423}{500} = 84{,}6\ \%$: deux classes, celles des parents de la F1, sont largement majoritaires. Les gènes sont **liés**. (1,5)

c) Recombinés [longs, clairs] et [courts, bruns] : $\frac{36 + 41}{500} = \frac{77}{500} = \mathbf{15{,}4\ \%}$. (1,5)

d) La F1 s'écrit (L B // l b). En **prophase I**, dans une partie des méioses, un **crossing-over** entre deux chromatides non sœurs, entre les deux loci, forme les chromatides recombinées (L b) et (l B). Fécondés par les gamètes (l b), ces gamètes donnent [longs, clairs] et [courts, bruns], minoritaires, car ce crossing-over n'a pas lieu à chaque méiose et n'engage que deux chromatides sur quatre. Schéma : bivalent avant et après l'échange. (1,5)

Méthode — Pourcentage de recombinés = somme des deux classes aux associations nouvelles ÷ total ; moins de 50 % : gènes liés.

Exercice 3 – Les gènes des pigments visuels ★★★ *(8 pts)*

a) Séquences nettement ressemblantes (de 40 à 96 % d'identité) et même fonction (pigments visuels) : les quatre gènes dérivent d'un même gène ancestral par duplications puis mutations, ils forment une **famille multigénique**. Après une duplication, chaque copie accumule ses propres mutations : plus l'identité est forte, plus la duplication est récente. **L et M** (96 %), encore voisins sur le X, sont issus de la duplication la plus récente. (2)

b) L et M, presque identiques et placés l'un derrière l'autre, peuvent s'apparier avec un décalage en **prophase I** : le gène L d'un X face au gène M de l'autre. Un crossing-over entre chromatides non sœurs échange alors des portions de longueurs différentes : une chromatide perd le gène M (délétion), l'autre en reçoit deux copies (duplication). Schéma : deux X décalés, point d'échange, chromatides L seul et L-M-M. (2)

c) Le gène est porté par le X, et l'allèle anormal est récessif. Un homme (XY) n'a qu'un X : s'il reçoit un X anormal de sa mère, aucun autre X ne compense, il est atteint. Une femme a deux X : le plus souvent, le second est normal et elle n'est que conductrice. (2)

d) Une femme n'est atteinte que si ses deux X portent l'anomalie : $0{,}08 \times 0{,}08 = 0{,}006\,4$, soit **0,64 %**, du même ordre que les 0,5 % observés. Chez les hommes, un seul X suffit : 8 %. Ce rapport d'environ 1 sur 12 pour les hommes contre 1 sur 160 à 200 pour les femmes est la marque d'un allèle récessif lié à l'X. (2)

Méthode — Pour un allèle récessif lié à l'X de fréquence q : hommes atteints ≈ q, femmes atteintes ≈ q × q.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).