

EXERCICES DE GÉNÉTIQUE : ÉTUDE DE CROISEMENT CORRECTION

Lire la correction sans avoir chercher la solution ne vous sera pas aussi profitable que si vous avez sérieusement réfléchi à ces exercices. En cas de blocage sur un exercice, regardez la solution et refaites plus tard l'exercice seul(e). La rédaction pour ce type d'exercice doit être rigoureuse. N'hésitez pas à ajouter des schémas surtout si cela est exigé par le sujet. Les schémas sont indispensables pour bien expliquer le crossing-over.



Bon courage et bonnes vacances!

Exercice 1 : exemple de croisement où on considère un gène avec deux allèles, l'un dominant, l'autre récessif.

On considère le gène de la couleur du pelage de la souris. On suppose qu'il possède deux allèles :

- l'allèle b codant pour la couleur blanche
- l'allèle B codant pour la couleur grise.

Les souris blanches et grises utilisées pour obtenir la génération F1 sont de lignée pures

Or les individus d'une lignée pure sont homozygotes pour le caractère considérés.

Donc les souris grises sont de génotype (B//B) et les souris blanches (b//b).

Les souris grises produisent un seul type de gamètes (B/) et les souris blanches ne produisent que des gamètes de génotype (b/).

Les individus F1 sont issus de l'union aléatoire des gamètes des souris blanches de génotype (b/) et des gamètes des souris grises de génotype (B/)

Les individus de F1 de couleur grise ont donc pour génotype (B//b) et on déduit que l'allèle B est dominant par rapport à b.

Les individus de F1 produisent deux types de gamètes équiprobables : (b/) et (B/).

La fécondation consiste à la rencontre aléatoire de 2 gamètes.

Echiquier de croisements des gamètes des individus F1 (4 cases pour les génotypes de F2)

Gamètes produits par F1		
	(b/) (1/2)	(B/) (1/2)
(b/) (1/2)	(b//b) [b] (1/4)	(b//B) [B] (1/4)
(B/) (1/2)	(b//B) [B] (1/4)	(B//B) [B] (1/4)

En F2, on obtient donc les résultats théoriques suivants : $\frac{1}{4}$ de souris blanches (b//b), et $\frac{3}{4}$ de souris grises (génotypes (B//B) ou (B//b)). Cela correspond aux résultats observés. On valide l'hypothèse que la couleur du pelage est déterminée par un gène avec deux allèles, l'un dominant et l'autre récessif.

Retenir que :

Lors de l'étude d'un caractère, si on obtient deux phénotypes en proportions $\frac{1}{4}$ et $\frac{3}{4}$ en F2 issue du croisement de F1XF1, pensez à l'hypothèse d'un caractère codé par **un gène avec deux allèles, l'un dominant, l'autre récessif.**

Exercice 2 : exemple de croisement avec un gène avec deux allèles codominants.

On considère le gène de la couleur des fleurs. On suppose qu'il possède deux allèles :

- l'allèle r codant pour la couleur blanche
- l'allèle R codant pour la couleur rouge.

Les deux variétés de fleurs sont des lignées pures. Les parents sont donc homozygotes pour le caractère considéré.

Soit le génotype de P1 à fleur rouge (R/R). P1 produit 100% de gamètes ayant pour génotype (R/).

Soit le génotype de P2 à fleur blanche (r/r). P2 produit 100% de gamètes ayant pour génotype (r/).

F1 correspond aux croisements des gamètes de P1 et P2. Tous les individus de F1 sont donc de génotype (R/r) et ont un nouveau phénotype (rose).

On en déduit que les deux allèles sont **codominants** et l'expression simultanée de ces deux allèles donne la couleur rose.

Echiquier de croisements des gamètes des individus F1 (4 cases pour les génotypes de F2)

Gamètes produits par F1		
	(r) (1/2)	(R) (1/2)
Gamètes produits par F1		
(r) (1/2)	(r/r) [blanc] (1/4)	(r/R) [rose] (1/4)
(R) (1/2)	(r/R) [rose] (1/4)	(R/R) [rouge] (1/4)

Théoriquement, on obtient $\frac{1}{4}$ d'individus à fleurs blanches, $\frac{1}{4}$ à fleurs rouges et la moitié à fleurs roses. Cela correspond donc bien aux résultats observés. La couleur des fleurs est bien codée par un gène avec 2 allèles étant codominants.

Retenir que :

Pensez que l'apparition d'un nouveau phénotype différent de celui des deux parents pour un caractère donné peut être due à la **codominance des allèles**.

Exercice 3 : exemple de croisement où on considère deux gènes indépendants avec deux allèles chacun, l'un dominant, l'autre récessif.

On s'intéresse à deux caractères chez la drosophile.

On constate qu'en F2 on a des individus avec 4 phénotypes différents avec les proportions suivantes :

alies longues, corps brun : $243 / (243+82+79+29) = 243/433 = 56\%$

ailes longues, corps ébènes : $82/433 = 19\%$

ailes vestigiales, corps brun : $79/433 = 18\%$

ailes vestigiales, corps ébène : $29/433 = 7\%$

Les 4 phénotypes observés sont en proportions 3/16, 1/16, 3/16 et 9/16.

On suppose que les caractères sont codés par deux gènes indépendants (situés sur deux chromosomes différents) et que pour chaque gène, l'un des allèles est dominant et l'autre récessif.

Soit le gène de la longueur des ailes ayant deux allèles, l'allèle L correspondant aux ailes longues et l'allèle vg aux ailes vestigiales.

Soit le gène de la couleur du corps ayant deux allèles, l'allèle B correspondant à la couleur "brun" et l'allèle b correspondant à la couleur ébène.

La drosophile de type sauvage (de lignée pure) aux ailes longues et corps brun est homozygote pour les deux gènes. Ayant supposé que les deux gènes sont indépendants, on écrit son génotype (B//B ; L//L). Elle produit un seul type de gamètes ayant pour génotype (B/ ; L/).

La drosophile (de lignée pure) aux ailes vestigiales et corps ébène est homozygote pour les deux gènes. Ayant supposé que les deux gènes sont indépendants, on écrit son génotype (b//b ; vg//vg). Elle produit un seul type de gamètes ayant pour génotype (b/ ; vg/).

Tous les individus de F1, issus du croisement des deux drosophiles ci-dessus, sont donc double-hétérozygotes et ont donc pour génotype (B//b ; L//vg). Etant de phénotype sauvage (ailes longues, corps brun), on en déduit que pour le gène de la couleur du corps, l'allèle brun est dominant par rapport à l'allèle ébène.

On en déduit que, pour le gène de la longueur des ailes, l'allèle ailes longues est dominant par rapport à l'allèle aile vestigiale.

Les deux gènes étant indépendants, les individus de F1 produisent 4 types de gamètes équiprobables (Faire les schémas de brassage interchromosomique lors de la méiose, voir TP)

Les gamètes produits ont pour génotype (b/ , vg/) (b/ ; L/) (B/ ; vg/) et (B/ ; L/)

La génération F2 est issue du croisement de F1xF1. La réunion des gamètes lors de la fécondation est un phénomène aléatoire.

Les génotypes des individus obtenus en F2 est donné dans le tableau de croisement suivant :

Gamètes produits par F1	(b/ , vg/) 1/4	(b/ ; L/) 1/4	(B/ ; vg/) 1/4	(B/ ; L/) 1/4
(b/ , vg/) 1/4	(b//b , vg//vg) [b ; vg]	(b//b ; L//vg) [b ; L]	(B//b ; vg//vg) [B ; vg]	(B//b ; L//vg) [B ; L]
(b/ ; L/) 1/4	(b//b , vg//L) [b ; L]	(b//b ; L//L) [b ; L]	(B//b ; vg//L) [B ; L]	(B//b ; L//L) [B ; L]
(B/ ; vg/) 1/4	(b//B , vg//vg) [B ; vg]	(b//B ; L//vg) [B ; L]	(B//B ; vg//vg) [B ; vg]	(B//B ; L//vg) [B ; L]
(B/ ; L/) 1/4	(B//b ; L//vg) [B ; L]	(B//b ; L//L) [B ; L]	(B//B ; L//vg) [B ; L]	(B//B ; L//L) [B ; L]

Chaque case correspond à une probabilité de $\frac{1}{4} * \frac{1}{4} = 1/16$

D'après l'hypothèse formulée (2 gènes indépendants), on s'attend à obtenir 4 phénotypes différents :

[B ; L] dans 9/16 des cas

[b ; L] dans 3/16 des cas

[B ; vg] dans 3/16 cas

et [b ; vg] dans 1/16 des cas.

Les résultats théoriques correspondent bien aux résultats attendus (56%=9/16 18% et 19% =environ 3/16 et 7% = environ 1/16).

Les deux gènes considérés sont donc bien indépendants. La diversité des génotypes des individus en F2 illustre le brassage interchromosomique lors de la formation des gamètes de F1 et le brassage ayant lieu lors de la fécondation (rencontre aléatoire des gamètes de F1) augmentant également la diversité génétique.

Retenir que

Lorsque que l'on s'intéresse à deux caractères lors de croisements de F1 xF1 et que si l'on obtient les proportions 9/16, 3/16, 3/16 et 1/16 pour les 4 phénotypes en F2, penser à formuler l'hypothèse selon laquelle chaque caractère est codé par un gène avec 2 allèles (un dominant, un récessif) et que les gènes sont situés sur des chromosomes différents (gènes indépendants).

Exercice 4 : exemple de croisement où on considère deux gènes liés avec deux allèles, l'un dominant, l'autre récessif.

On constate en F2 (résultats d'un test-cross) deux phénotypes parentaux plus abondants et en proportions similaires et deux phénotypes recombinés en proportions plus faibles et équivalentes.

On suppose que deux gènes liés interviennent, chacun avec deux allèles. (Il y a parfois des crossing-over lors de la formation des gamètes produits par F1).

Soit le gène de la couleur du pelage avec l'allèle N pour la couleur noire et l'allèle n pour la couleur blanche. Soit le gène de la longueur du poil avec l'allèle C pour poil court et l'allèle c pour poil long (attention en écriture manuscrite à bien différencier le c du C).

Les souris de lignée pure au pelage noir et court sont double-homozygotes et ont pour génotype (NC//NC) (un seul double trait de fraction pour écrire les génotype traduit le fait que les gènes soient liés, situés sur le même chromosome). Elles produisent 100% de gamètes ayant le génotype (NC/)

Les souris de lignée pure au pelage blanc et long sont double-homozygotes et ont pour génotype (nc//nc). Elles produisent 100% de gamètes ayant le génotype (nc/).

Les individus F1 ont donc pour génotype (NC//nc) et comme elles sont toutes de phénotype pelage noir et court, on en déduit que l'allèle noir N est dominant par rapport à l'allèle blanc n et que l'allèle court C est dominant par rapport à l'allèle long c.

Lors de la formation des gamètes de F1, il y a des gamètes produits sans crossing-over lors de la méiose donnant deux types de gamètes en proportion 50/50 : gamètes de génotype (NC/) et gamètes de génotype (nc/).

Plus rarement, il y a aussi des gamètes obtenus avec des crossing-over lors de la prophase 1 de méiose. On obtient alors 4 types de gamètes (NC/), (nc/), (Nc/) et (nC/).

En tenant compte des méioses avec et sans crossing-over, les individus de F1 produisent :

- une grande majorité de gamètes ayant pour génotype (NC/) et (nc/), en même proportion.
- Une minorité de gamètes ayant pour génotype (Nc/) et (nC/), gamètes recombinés en proportion similaire.

F1 est croisé avec un individu au pelage blanc et long, il s'agit donc d'un double-récessif, et ce croisement un croisement-test. L'intérêt de ce croisement est de pouvoir facilement déduire la proportion des différents gamètes de F1 puisque l'individu double-récessif ne produit qu'un seul type de gamètes avec les allèles récessifs. Ici (nc/).

Le tableau de croisement de F1 avec les souris blanches au poil court est :

Gamètes produits par F1				
gamètes produits par souris blanche/poils longs	(NC/)	(nc/)	(Nc/)	(nC/)
(nc/)	(NC//nc) [NC]	(nc//nc) [nc]	(Nc//nc) [Nc]	(nC//nc) [nC]
Résultats observés en F2	63/141= 45%	61/141= 43%	9/141= 6%	8/141= 7%

On obtient donc 4 phénotypes : deux correspondants aux phénotypes parentaux majoritaires [NC] et [nc] et deux aux phénotypes recombinés minoritaires [Nc] et [nC].

Les résultats théoriques correspondent aux résultats observés. On valide l'hypothèse selon laquelle les deux gènes sont liés (=situés sur le même chromosome).

Retenir que :

Si lors d'un croisement-test où on considère deux caractères différents, on observe 4 phénotypes différents, dont 2 majoritaires sont des **phénotypes parentaux** et deux minoritaires correspondent à des **phénotypes recombinés**, pensez à **deux gènes liés**, situés sur le même chromosome.

Exercice 5 : exemple de croisement avec un gène et deux allèles codominants

On suppose que le caractère "forme du radis" est gouverné par un gène avec deux allèles codominants : l'allèle R donnant la forme ronde, l'allèle r donnant la forme longue. L'expression simultanée des deux allèles donne le phénotype ovale.

Démarche : Vérifier que tous les résultats de croisement sont concordants avec cette hypothèse et conclure.

Soit le génotype (r/r) des radis longs et (R/r) le génotype des radis ovales.

Gamètes produits par les radis ovales			
gamètes produits pas les radis longs	(R) (1/2)	(r) (1/2)	
	(r) (1)	(R/r) (1/2) ovale	(r/r) (1/2) long

Cela est cohérent avec les résultats observés : le croisement entre forme longue et forme ovale donne moitié de radis long et moitié de radis ovales.

Le génotype des radis ronds est (R/R)

Gamètes produits par les radis ronds			
gamètes produits pas les radis longs	(R) 1		
	(r) 1	(R/r) ovales 100%	

Cela est cohérent avec les résultats observés : le croisement entre forme longue et forme ronde donne 100% de radis ovales.

Croisements entre forme ovale.

Gamètes produits par les radis ovales			
gamètes produits pas les radis ovales	(R) (1/2)	(r) (1/2)	
	(r) (1/2)	(R/r) (1/4) ovale	(r/r) (1/4) long
	(R) (1/2)	(R/R) rond (1/4)	(R/r) ovale (1/4)

Cela est cohérent avec les résultats observés : le croisement donne 1/4 de radis ronds (119/483=25%), 1/2 de radis ovales (243/483=50%) et 1/4 de radis longs (121/483=25%).

Croisements entre radis forme ovale et radis de forme ronds.

Gamètes produits par les radis ovales			
gamètes produits pas les radis ronds	(R) (1/2)	(r) (1/2)	
	(R) (1)	(R/R) (1/2) ronds	(R/r) (1/2) ovales

Cela est cohérent avec les résultats observés : le croisement entre forme ronde et forme ovale donne moitié de radis ronds (199/402=50%) et moitié de radis ovales (203/402=50%).

On explique tous les résultats des croisements avec l'hypothèse formulée. On en déduit donc que le caractère "forme du radis" est gouverné par un gène avec deux allèles codominants.

Exercice 6 : Un peu spécial (en marge du programme, pour tester votre imagination...)

On suppose que la couleur est codée par un gène avec deux allèles : allèle N pour la couleur noire et allèle n.

On suppose que les individus noirs sont homozygotes.

Le croisement de souris noires ne donnent que des souris noires.

Le croisement de souris jaunes donne des souris jaunes et noires. Les souris jaunes seraient donc hétérozygotes.

Gamètes de souris jaunes	(n/)	(N/)
Gamètes de souris noires		
(N/)	(N//n) jaune	(N//N) noire
(n/)	(n//n)	(n//N) jaune

Les proportions correspondent à celles observées que si les souris (n//n) sont éliminées, on aurait alors 2/3 de souris jaunes et 1/3 de souris noires.

L'élimination des souris (n//n) peut s'expliquer par la mort in-utero des souris homozygotes pour l'allèle n.

Croisement souris jaunes x souris noire :

Gamètes de souris jaunes	(n/)	(N/)
Gamètes de souris noires		
(N/)	(N//n) jaune	(N//N) noire

Le résultat théorique correspond aux résultats observés. On peut valider notre hypothèse.

La couleur chez ces souris est gouvernée par un gène avec deux allèles codominants et posséder deux allèles n est létal. Cet allèle se maintient néanmoins dans les populations avec les individus hétérozygotes.