

7 Mobiliser ses connaissances, communiquer en argumentant Type 1

L'hérédité liée au sexe

En 1908, l'embryologiste et généticien américain Thomas H. Morgan étudie le développement de la drosophile. Dans une souche sauvage pure, il repère un mâle dont les yeux ne sont pas rouges comme les autres mouches, mais blancs. Au cours des élevages de ces mutants aux yeux blancs, il remarque que la mutation apparaît beaucoup plus souvent chez les mâles. Il émet alors l'hypothèse d'une hérédité liée au sexe.

QUESTION Expliquez comment Morgan a pu montrer la localisation du gène responsable de la couleur des yeux et valider son hypothèse d'une hérédité liée au sexe.

Aide

- Comparez le nombre de mâles et de femelles aux yeux blancs afin d'émettre une hypothèse sur la localisation du gène.
- Construisez un échiquier pour chacun des croisements et comparez les résultats théoriques aux résultats obtenus par Morgan.

1. Les résultats de deux croisements.

Les analyses génétiques permettent de déterminer le mode de transmission de certains caractères. Chez la drosophile par exemple, Thomas Morgan a étudié la transmission du caractère « couleur des yeux ». Deux phénotypes existent pour ce caractère : [yeux rouges] et [yeux blancs].

Morgan observe cependant que les mâles ont plus fréquemment des yeux blancs. On cherche alors à justifier l'hypothèse de Morgan, à savoir que le gène responsable de la couleur des yeux est porté par un chromosome sexuel. Il faudra alors comparer les résultats expérimentaux des croisements effectués avec les résultats théoriques d'échiquiers de croisement.

I Un premier croisement permettant de vérifier l'hypothèse : analyse génétique des premiers croisements

* En supposant que chez la drosophile le sexe est déterminé par deux chromosomes sexuels comme dans l'espèce humaine, une drosophile femelle a donc les chromosomes sexuels XX et une drosophile mâle les chromosomes sexuels XY. Or, chez le mâle, les chromosomes X et Y ne portent pas exactement mêmes gènes. Autrement dit, des gènes sont présents sur le X qu'on ne retrouve pas sur le Y.

* Cette différence entre les deux chromosomes X et Y peut être justifiée à l'aide des résultats du 1^{er} croisement effectué par Morgan. L'analyse du résultat d'un croisement P1 mâle [yeux blancs] avec une femelle P2 [yeux rouges] donne une génération à 100% [yeux rouges] et quel que soit le sexe.

=> On en déduit que l'allèle, noté R qui détermine la couleur rouge des yeux est dominant sur l'allèle b récessif déterminant la couleur blanche des yeux.

* La fréquence du phénotype « yeux blancs » est beaucoup plus importante chez les mâles donc le gène qui contrôle ce caractère est probablement lié à un chromosome sexuel. Si le gène qui détermine la couleur des yeux était sur le Y et non sur le X, seuls les mâles auraient des yeux colorés, ce qui n'est pas le cas. **On en déduit que le gène est sur le chromosome sexuel X.**

Comme la génération F1 est homogène, 100 % de [yeux rouges], **on en déduit aussi que la femelle P2 est homozygote** (sinon, on aurait eu apparition du phénotype [yeux blancs]).

On peut en déduire les génotypes :

- Génotype du mâle **P1 (Xb//Y)** et génotype de la femelle **P2 (XR//XR)** (on indique dans le génotype le chromosome sexuel : Xb signifie que l'allèle b est sur le chromosome X. On remarque que sur le Y, il n'y a pas d'allèle correspondant à ce gène qui n'est présent que sur le chromosome X). (Les femelles possèdent deux chromosomes X, les mâles un X et un Y, donc un seul exemplaire de ce gène.)

Le mâle P1 [yeux blanc] produit deux types de gamètes : (Xb/) et (Y/)

La femelle P2 [yeux rouges] produit un seul type de gamète : (XR/)

Echiquier de croisement avec mâles aux yeux blancs X femelles aux yeux rouges :

Croisement 1 :

	Femelle (XR//XR)	(XR/)	
Mâle (Xb//Y)		100%	
(Xb/)	50%	Femelle (XR//Xb)	
		Phénotype [R]	50%
(Y/)	50%	Mâle (XR//Y)	
		Phénotype [R]	50%

Ces résultats théoriques correspondent aux résultats obtenus en F1.

Morgan croise ensuite les femelles F1 avec les mâles F1 et il obtient 3470 drosophiles [yeux rouges] dont 1011 mâles et 2459 femelles et 782 mâles [yeux blancs] mais pas de femelles aux yeux blancs. On observe qu'il y a environ deux fois plus de femelles aux yeux rouges que de mâles aux yeux rouges.

Si l'hypothèse précédente est juste, nous devrions vérifier ces résultats expérimentaux avec un échiquier de croisement.

Croisement 2 :

Mâles F1 X Femelles F1

Gamètes produit par le mâle F1 : (XR/) et (Y/)

	Femelle (XR//Xb)	(XR/)	(Xb/)
Mâle (R//)		50%	50%
(XR/)	50%	Femelle (XR//XR)	Femelle (XR//Xb)
		Phénotype [R]	Phénotype [R]
		25%	25%
(Y/)	50%	Mâle (XR//Y)	Mâle (Xb//Y)
		Phénotype [R]	Phénotype [b]
		25%	25%

Les résultats théoriques montrent bien qu'il n'y a pas de femelles aux yeux blancs et il y a 50% de femelles aux yeux rouges alors qu'il n'y a que 25% de mâles aux blancs.

II Analyse génétique drosophile mâle aux yeux rouges et drosophile femelle aux yeux blancs

Morgan effectue un 1^{er} croisement avec cette fois des drosophiles mâles [yeux rouges] et des femelles [yeux blancs]. En F1, tous les mâles sont [yeux rouges] et toutes les femelles [yeux blancs].

Si on part de l'hypothèse que le gène est sur le chromosome X :

- la drosophile mâle est de génotype (XR//Y) et produit deux types de gamètes (XR/) et (Y/)

- la drosophile femelle est de génotype (Xb//Xb) et produit un type de gamète (Xb/)

Croisement 1 :

	Femelle (Xb//Xb)	(Xb/)	
Mâle (XR//Y)		100%	
(XR/)	50%	Femelle (XR//Xb)	50%
		Phénotype [R]	
(Y/)	50%	Mâle (Xb//)	50%
		Phénotype [b]	

Les résultats sont bien en accord avec les résultats expérimentaux.

Croisement 2 :

Mâles [yeux blancs] F1 X Femelles F1 [yeux rouges]

On observe qu'il y a alors autant de mâles que de femelles aux yeux rouges et de même pour les yeux blancs.

	Femelle (XR//Xb)	(XR/)	(Xb/)
Mâle (Xb//Y)		50%	50%
(Xb/)	50%	Femelle (XR//Xb)	Femelle (Xb//Xb)
		Phénotype [R] 25%	Phénotype [b] 25%
(Y/)	50%	Mâle (XR//Y)	Mâle (Xb//Y)
		Phénotype [R] 25%	Phénotype [b] 25%

Pour chaque croisement, les pourcentages théoriques des différents phénotypes correspondent aux pourcentages observés.

Conclusion : Le gène qui contrôle le caractère « couleur des yeux » est porté par le chromosome X. Ce gène n'est pas présent sur le chromosome Y. La probabilité d'avoir une femelle aux yeux blancs est plus faible car cela nécessite la présence de deux allèles b récessifs. On a bien ici un cas d'hérédité dit lié au sexe.