

Les chats présentent des pelages de couleurs variables, qui constituent un phénotype dont le déterminisme peut être étudié. Certaines chattes dites calico présentent un pelage particulier : il est composé d'un mélange de taches de différentes couleurs (blanches, rousses ou noires). Chaque femelle calico présente un pelage unique. Comment expliquer que seules les chattes aient un pelage calico ? Quelle est l'origine de ce pelage unique ? Nous analyserons d'abord les résultats d'un croisement effectué entre un chat roux et une chatte calico, pour expliquer que seules les femelles ont un pelage calico. Puis, à partir de l'étude de cellules fabriquant les pigments responsables de la coloration des poils, nous expliquerons comment des chattes calico possédant un même génotype peuvent avoir des pelages différents.

## I. Étude du croisement entre un chat roux et une chatte calico

### On nous dit que (saisie d'informations)

Le document 2 présente le croisement entre un chat roux et une chatte calico. La descendance résultant de ce croisement est composée de 4 types d'individus : femelles calico (25 %), femelles à poils roux (25 %), mâles à poils roux (25 %), mâles à poils noirs (25 %). Or, la couleur des poils des chats est déterminée par un gène porté par le chromosome sexuel X (document 1). Ce gène présente 2 allèles, notés  $O^+$  et  $O^-$ . Comme le chromosome sexuel Y ne porte pas ce gène, les mâles (XY) n'ont qu'un seul allèle de ce gène, alors que les femelles (XX) en ont deux.

### Les connaissances exigibles pour le raisonnement

- Exposer les mécanismes de la méiose.

Lors de la **méiose**, la moitié des gamètes formés porte l'un des chromosomes sexuels, et l'autre moitié des gamètes porte l'autre chromosome sexuel.

Le chat roux forme 2 types de gamètes : l'un portant ( $X^{O^+}$ ), l'autre (Y).

La chatte calico forme 2 types de gamètes : l'un portant ( $X^{O^+}$ ), l'autre ( $X^{O^-}$ ).

- Exposer les mécanismes de la fécondation.

En précisant les allèles  $O^+$  et  $O^-$  portés par le chromosome X et en tenant compte des relations de dominance/récessivité entre allèles, l'**échiquier de croisement** suivant présente le résultat de la **fécondation** des gamètes d'un mâle à poils roux et d'une chatte calico. Lors de la fécondation, la rencontre des gamètes se fait au hasard.

Le document 2, en présentant les relations entre les allèles  $O^+$  et  $O^-$  et la couleur du pelage chez le chat, permet de déterminer le phénotype de chaque descendant du croisement, à partir du génotype.

### Échiquier de croisement entre un mâle à poils roux et une femelle calico.

Mâle poils roux Femelle calico	$X^{O^+}$ 50 %	Y 50 %
$X^{O^+}$ 50 %	( $X^{O^+}/X^{O^+}$ ) 25 % [femelle à poils roux]	( $X^{O^+}/Y$ ) 25 % [mâle à poils roux]
$X^{O^-}$ 50 %	( $X^{O^+}/X^{O^-}$ ) 25 % [femelle calico]	( $X^{O^-}/Y$ ) 25 % [mâle à poils noirs]

Ainsi, les résultats présentés dans l'échiquier de croisement sont conformes aux résultats obtenus, montrant bien que la méiose et la fécondation permettent d'expliquer les phénotypes et les proportions des individus résultant de ce croisement.

## II. Origine de la diversité du pelage des chattes calico

Document 2 : Les femelles calico issues du croisement étudié présentent des pelages différents avec **une répartition variable des poils de différentes couleurs**, alors qu'elles possèdent le même génotype ( $X^{O^+}/X^{O^-}$ ).

En 1949, Mary Lyon émet l'hypothèse suivante : dans une cellule avec 2 chromosomes X, **l'un des chromosomes X est inactivé**, formant alors le **corpuscule de Barr**. Les gènes du chromosome X inactivé ne s'expriment pas, et seuls les gènes portés par l'autre chromosome X s'expriment (document 4.a).

Le document 4.b présente l'aspect du noyau des mélanocytes, cellules productrices des pigments responsables de la coloration du poil des chats. Dans le noyau de mélanocyte de **chat mâle, aucune tache blanche n'est visible**, ce qui traduit **l'absence de corpuscule de Barr** : en effet, cette cellule ne contient qu'un seul chromosome X qui est donc actif. Mais dans le noyau de mélanocyte de chatte calico, la présence d'une tache blanche traduit l'existence d'un

corpuscule de Barr qui correspond à un **chromosome X inactivé** dont les gènes ne s'expriment pas. L'autre chromosome X est, lui, activé et ses gènes s'expriment.

### On nous dit que (saisie d'informations)

Or, chez un embryon femelle de génotype ( $X^{O^+}/X^{O^-}$ ), le **choix du chromosome X inactivé s'effectue au hasard** pour chaque cellule embryonnaire. Les cellules issues d'une cellule embryonnaire donnée conservent ensuite le même chromosome X inactivé que cette cellule : **c'est donc soit l'allèle  $O^+$  soit l'allèle  $O^-$ , porté par le chromosome X non inactivé, qui s'exprime**. De plus, la coloration des poils dépend de 2 pigments : un pigment roux, le trichochrome produit par tous les mélanocytes, et l'eumélanine, qui n'est produit que par certains mélanocytes (document 3). L'expression de l'allèle  $O^+$  empêche la synthèse d'eumélanine, tandis que la présence de l'eumélanine cache le trichochrome et rend le poil noir. Ainsi, dans un mélanocyte où seul le chromosome  $X^{O^+}$  est activé, l'absence de synthèse d'eumélanine entraîne la seule présence du pigment roux trichochrome, d'où des poils roux. Dans un mélanocyte où un chromosome  $X^{O^-}$  est activé, l'eumélanine et le trichochrome sont synthétisés, mais l'eumélanine cache le trichochrome, d'où la couleur noire du poil.

### Le raisonnement

Tous les mélanocytes portent le même équipement génétique quelles que soient les chattes. À savoir ( $X^{O^+}/X^{O^-}$ ). Mais si, pour un même génotype le phénotype est différent : soit [noir] soit [roux] c'est que l'expression de ce génotype est différente dans divers territoires.

Cette différence d'expression est liée à l'activation ou à la non-activation de l'un des chromosomes X. Cette non-activation d'un des 2 chromosomes X étant observable au microscope sous la forme d'un *corpuscule de Barr*.

Expression du phénotype selon divers territoires chez 2 chattes calico

Chatte 1		Chatte 2	
$(X^{O^+}/\underline{X^{O^-}})$	$(\underline{X^{O^+}}/X^{O^-})$	$(\underline{X^{O^+}}/X^{O^-})$	$(X^{O^+}/\underline{X^{O^-}})$
→ roux	→ noir	→ noir	→ roux
$(X^{O^+}/\underline{X^{O^-}})$	$(\underline{X^{O^+}}/X^{O^-})$	$(X^{O^+}/\underline{X^{O^-}})$	$(\underline{X^{O^+}}/X^{O^-})$
→ roux	→ noir	→ roux	→ noir

*Gras/Italique / souligné = chromosome X inactif*

### SYNTHÈSE

Ainsi, la méiose et la fécondation permettent d'expliquer les résultats obtenus lors du croisement entre un chat roux et une chatte calico. Seules les chattes hétérozygotes ( $X^{O^+}/X^{O^-}$ ) possèdent un pelage calico. Les mâles ne possédant qu'un chromosome X ne peuvent pas avoir un pelage calico.

Chez les femelles calico, l'inactivation au hasard de l'un des deux chromosomes X en fonction des lignées de mélanocytes détermine le chromosome X actif et donc l'expression soit de l'allèle  $O^+$  (responsable d'un poil roux), soit de l'allèle  $O^-$  (responsable d'un poil noir). Cette inactivation aléatoire varie selon les lignées de mélanocytes et explique la diversité des pelages des chattes calico.

Quels sont alors, chez les femelles, les autres gènes portés par le chromosome X dont l'activation s'effectue au hasard lors de la formation du corpuscule de Barr et quelles en sont les conséquences phénotypiques ?