

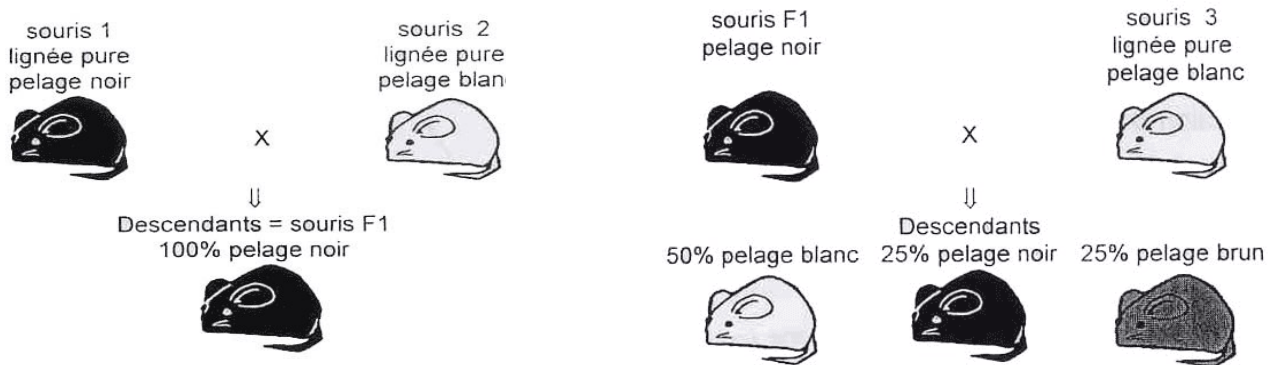
TD. 3: Quelques exercices de génétique

Exercice 1 : une diversité de descendance chez les souris

On formule l'hypothèse que chez la Souris, la couleur du pelage est gouvernée par un seul gène, présent sous la forme de différents allèles. Une lignée pure est homozygote pour le gène considéré.

Validez ou **invalidiez** l'hypothèse proposée en la confrontant aux résultats des deux croisements.

Votre réponse devra être justifiée par des schémas et des échiquiers de croisement.



Exercice 2 : des croisements chez les tomates

Dans une région au climat propice on cultive deux variétés pures de tomates :

- l'une « A », à gros fruits ;
- l'autre « B » à petits fruits.

Les plants de la catégorie « A » se sont révélés sensibles à un champignon parasite : le *Fusarium*, qui entraîne une baisse importante de production. En revanche, les plants de la variété « B » sont résistants à ce champignon.

On demande à des agronomes de créer une nouvelle variété de plants de tomates donnant de gros fruits et résistants au *Fusarium*, en sachant que les deux caractéristiques étudiées (taille du fruit et sensibilité au *Fusarium*) sont contrôlées par deux gènes distincts, portés par deux paires différentes de chromosomes.

Dans un premier temps, les chercheurs réalisent une série de croisements entre deux variétés pures de plants de tomates « A » et « B ». Ils obtiennent de nouveaux plants qui constituent la première génération (F1). Celle-ci est homogène, ne contenant que des plants de tomates résistants au *Fusarium* et qui produisent de petits fruits.

Les chercheurs réalisent alors un autre croisement, entre des individus de la génération F1 et des plants de la variété « A ». Ils obtiennent une deuxième génération (F'2), dont la constitution est la suivante (valeurs pour 1 000 plants) :

- 251 plants à « Petits fruits et résistants au *Fusarium* » ;
- 234 plants à « Petits fruits et sensibles au *Fusarium* » ;
- 270 plants à « Gros fruits et résistants au *Fusarium* » ;
- 245 plants à « Gros fruits et sensibles au *Fusarium* ».

Expliquer l'existence de ces 4 phénotypes dans la génération F'2.

Expliquer les proportions globalement identiques obtenues pour ces 4 phénotypes.

Méthode :

- déterminer les génotypes des plants A, B et F1, ainsi que les caractères dominants et récessifs des allèles étudiés ;
- justifier vos réponses à l'aide de schémas clairement réalisés et légendés.

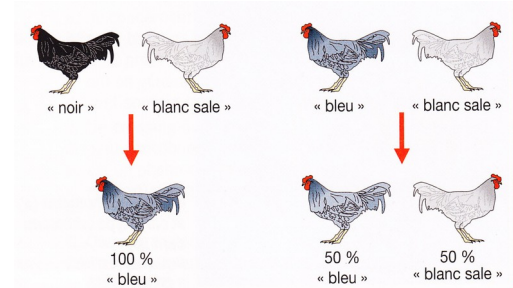
Exercice 3 : brassages génétiques chez les poules

Chez les espèces animales d'élevage (chiens, chats, volailles), on qualifie de « bleu » une couleur en réalité « gris ardoise ». Chez les poulets de variété « Andalouse », ce gris est bordé d'un liseré noir et détermine un plumage appelé « bleu andalou ».

On réalise un **1er croisement** entre des coqs noirs et des poules dites « blanc sale » (en fait, un blanc légèrement teinté); on obtient 100% de poulets andalous (le croisement inverse entre poules noires et coqs « blanc sale » donne le même résultat).

On réalise un **2d croisement** entre des coqs « bleu andalou » et des poules « blanc sale » (ou inversement); on obtient alors une génération constituée de 50% de poulets « bleu andalou » et 50% de poulets « blanc sale ».

- montrez que les résultats obtenus sont cohérents avec l'hypothèse selon laquelle le phénotype « bleu andalou » résulte de l'expression des deux allèles « noir » et « blanc sale »; Justifiez votre réponse à l'aide de schémas et d'un ou plusieurs échiquiers de croisement.



Exercice 4 : déterminisme génétique de la couleur du pelage chez des chiens

La couleur du pelage des labradors

Raisonnement et adopter une démarche explicative

La couleur du pelage, noire, chocolat ou sable, des labradors dépend de la nature des pigments synthétisés par les mélanocytes. Elle est le résultat de l'expression de deux gènes :

- le gène *TYRP1*, situé sur le chromosome 11, contrôle la couleur des pigments synthétisés : l'allèle *B*, dominant, conduit à la synthèse d'un pigment noir, l'allèle *b*, récessif, d'un pigment brun (à l'origine du pelage chocolat);
- le gène *MCTR*, situé sur le chromosome 5, contrôle la production des pigments : l'allèle *E*, dominant, est indispensable à la synthèse des pigments noir ou brun, l'allèle *e*, récessif, ne permet pas la synthèse de ces pigments



(à l'état homozygote, c'est alors un pelage sable qui apparaît).

- 1 Indiquez les différents génotypes possibles des chiens aux pelages noir, chocolat et sable.
- 2 On croise un mâle sable avec une femelle chocolat. Vingt chiots naissent : 10 sont de couleur sable, 5 sont chocolat et 5 sont noirs. Analysez ces résultats pour déterminer le génotype des parents utilisés pour le croisement.

CORRECTION EXERCICE 1

- **Etude du croisement 1**

Nous pouvons définir les deux phénotypes du seul caractère étudié dans ce croisement : couleur du pelage : [noir] ou [blanc]

La première génération F1 ne renferme que des individus au pelage uniformément noir. Cela signifie que les deux lignées parentales étaient homozygotes, donc pures.

Les individus F1 sont donc **hétérozygotes** pour ce gène étudié et leur phénotype exprime l'allèle dominant : allèle noir (N). L'allèle blanc est donc récessif (b). Le génotype des individus F1 est donc (N//b).

- **Etude du croisement 2**

On effectue un croisement entre une souris F1 (N//b) et une souris 3 de phénotype [blanc] donc de génotype (b//b), b étant l'allèle récessif. On observe qu'un phénotype nouveau apparaît [gris].

Selon notre hypothèse, les individus F1 ont donc pour génotype : (N//b). Ils produisent donc par méiose, 50% de gamètes (N) et 50% de gamètes (b).

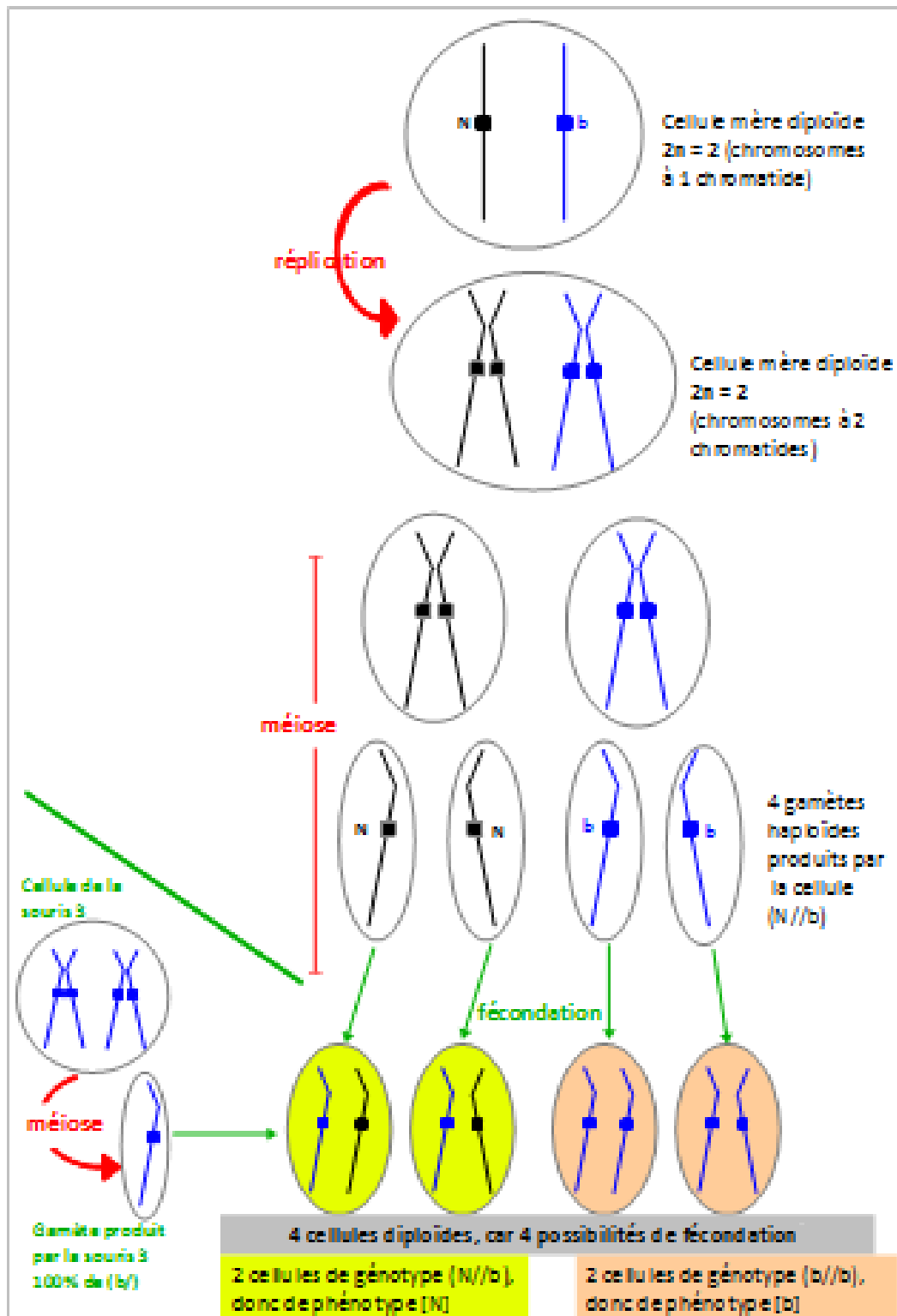
Les individus blancs ont donc pour génotype (b//b) et ne produisent que des gamètes (b).

Etudions, selon notre hypothèse, les résultats de ce croisement :

Croisement F1 X P3

Gamètes de F1 Gamètes de P3	(N/)	(b/)	génotype
	50.00%	(b/) : 50%	%
(b/)	(N//b) [N]	(b//b) [b]	Descendance génotype phénotype
100.00%	50.00%	50.00%	%

Les données présentées dans cet échiquier sont confirmées par les schémas des résultats théoriques de la méiose chez les individus F1 et de la fécondation F1 X P3 (voir page suivante).



Conclusion : Les résultats présentés dans l'échiquier ainsi que les schémas ne correspondent pas aux résultats obtenus lors des croisements (voir sujet); il n'y a pas de phénotype [brun]. L'hypothèse retenue selon laquelle un seul gène est impliqué dans la détermination de la couleur du pelage est donc impossible.

CORRECTION EXERCICE 2

Variété A [gros fruits ; sensibles]

X

Variété B [petits fruits ; résistants]

F1 : 100 % [petits fruits ; résistants]

Comme la F1 a le phénotype de la variété B, on en déduit que les allèles petits fruits et résistants sont dominants ; donc les génotypes des différentes variétés sont les suivants :

Variété A (gf//gf ; s//s)

Variété B (PF//PF ; R//R)

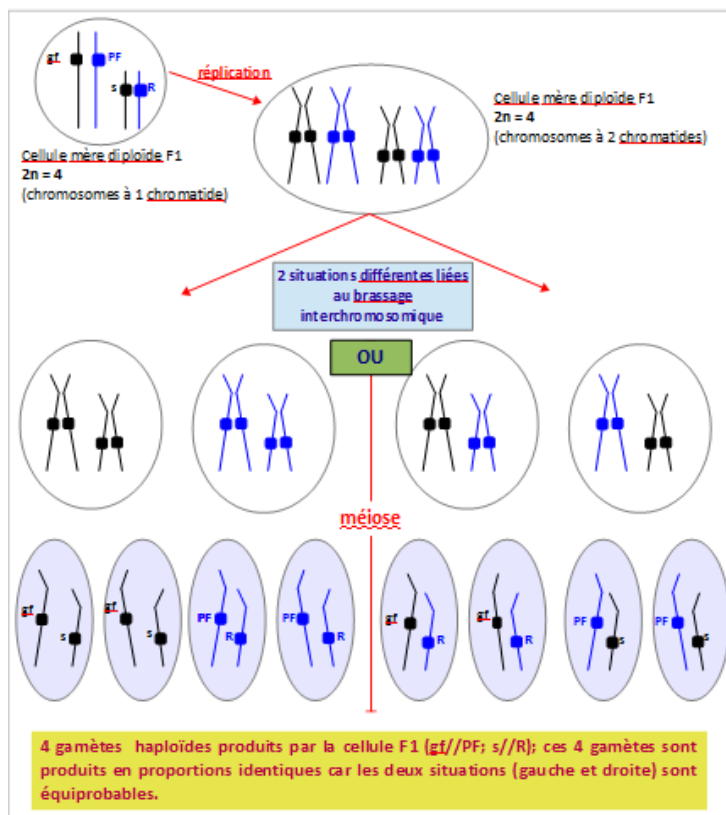
Gamètes A (gf / ; s/)

Gamète B (PF / ; R/)

F1 (gf//PF ; s//R)

1. Détermination des gamètes issus de la méiose de F1

Pour présenter les différents gamètes produits par F1, nous représentons le résultat de la méiose de ces individus F1.



2. Echiquier de croisement

Pour présenter les résultats du croisement entre F1 et A, nous réalisons un échiquier de croisement.

Gamètes de F1 \ Gamètes de A	(gf / ; s/)	(gf / ; R/)	(PF / ; s/)	(PF / ; R/)	génotype
	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	proportion
(gf / ; s/)	(gf//gf ; s//s)	(gf//gf ; R//s)	(PF//gf ; s//s)	(PF//gf ; R//s)	Descendance génotype
100%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	proportion
	[gf ; s]	[gf ; R]	[PF ; s]	[PF ; R]	phénotype

Les résultats de l'échiquier de croisement sont en accord avec les données statistiques proposées. On en déduit donc que les 4 phénotypes de tomates sont donc bien obtenus après croisement entre des tomates F1 et des tomates de la variété A. La diversité des phénotypes obtenus s'explique donc par la diversité génétique des gamètes produits par F1 ; ces derniers étant produits en proportions identiques, les 4 phénotypes issus du 2d croisement sont équiprobables.

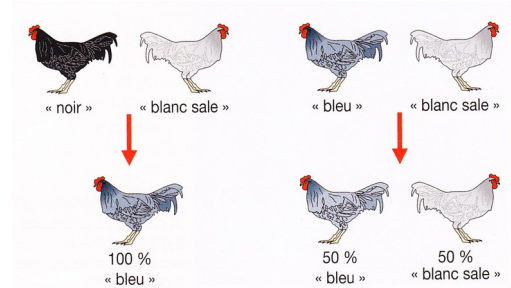
Exercice 3 : brassages génétiques chez les poules

Chez les espèces animales d'élevage (chiens, chats, volailles), on qualifie de « bleu » une couleur en réalité « gris ardoise ». Chez les poulets de variété « Andalouse », ce gris est bordé d'un liseré noir et détermine un plumage appelé « bleu andalou ».

On réalise un **1er croisement** entre des coqs noirs et des poules dites « blanc sale » (en fait, un blanc légèrement teinté); on obtient 100% de poulets andalous (le croisement inverse entre poules noires et coqs « blanc sale » donne le même résultat).

On réalise un **2d croisement** entre des coqs « bleu andalou » et des poules « blanc sale » (ou inversement); on obtient alors une génération constituée de 50% de poulets « bleu andalou » et 50% de poulets « blanc sale ».

- montrez que les résultats obtenus sont cohérents avec l'hypothèse selon laquelle le phénotype « bleu andalou » résulte de l'expression des deux allèles « noir » et « blanc sale »; Justifiez votre réponse à l'aide de schémas et d'un ou plusieurs échiquiers de croisement.



CORRECTION EXERCICE 3

On définit ici les deux allèles représentés : « n » pour l'allèle déterminant la couleur [noire] des poules et « b » pour l'allèle déterminant la couleur [blanc sale] des poules.

- **Etude du croisement 1**

La première génération F1 ne renferme que des individus au pelage uniformément [bleu]. Les individus F1 étant hétérozygotes pour le gène étudié, leur génotype est donc (n//b).

Leur phénotype [bleu andalou] n'exprime pas exclusivement l'un des deux allèles, cela suggère que les deux allèles s'expriment en même temps (expression partagée ou codominance). Il n'y a donc pas d'allèle dominant, ni d'allèle récessif.

- **Etude du croisement 2**

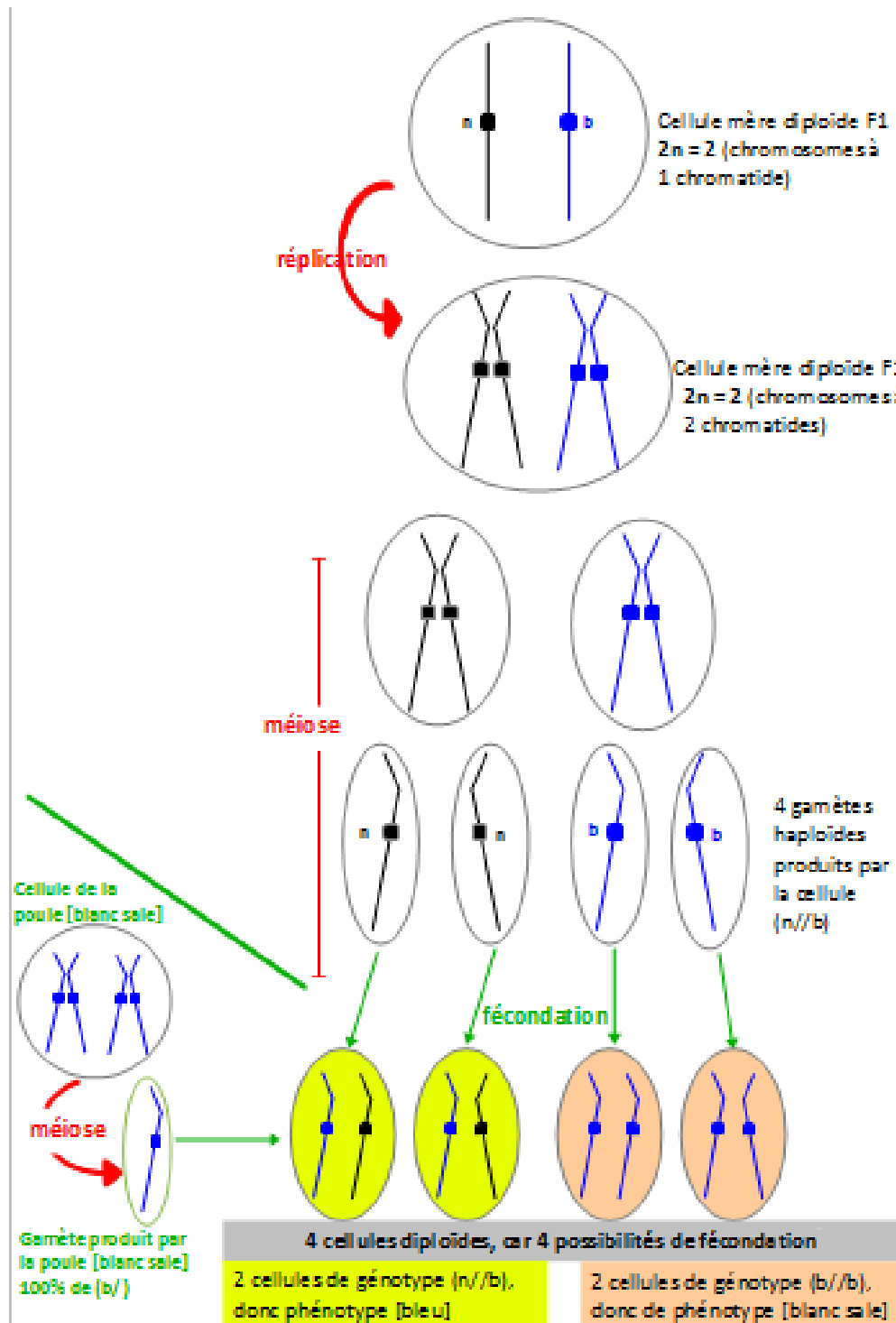
On effectue un croisement entre des coqs F1 (n//b) et de phénotype [bleu] et des poules de phénotype [blanc sale], donc de génotype (b//b).

Gamètes de F1 Gamètes de poules [blanc sale]	Gamètes de F1	(n/)	(b/)	génotype
		50.00%	(b/) : 50%	%
(b/)	(n//b) [bleu andalou]	(b//b) [blanc sale]	Descendance génotype phénotype	
100.00%	50.00%	50.00%	%	

Selon l'échiquier de croisement établi avec les proportions des descendants du croisement-test, les drosophiles F1 ont produit 2 catégories de gamètes dans des proportions identiques : 50 % de gamètes (n/) et 50 % de gamètes (b/).

Essayons, à l'aide de schémas, de montrer que :

- 1). les cellules de F1 produisent effectivement deux types de gamètes en proportions identiques ;
- 2). la fécondation entre des gamètes de F1 et des gamètes produits par des poules [blanc sale] conduit à la production de deux phénotypes en proportions identiques (voir page suivante)



Les représentations schématiques permettent d'expliquer la formation des deux types de gamètes à l'issue de la méiose affectant des cellules de F1 ainsi que les phénotypes obtenus après fécondation : 50% de poulets [bleu andalou] et 50% de poulets [blanc sale].

L'hypothèse retenue selon laquelle le phénotype « bleu andalou » résulte de l'expression des deux allèles « noir » et « blanc sale » (donc que la couleur du plumage est déterminée par un seul gène avec deux allèles) est donc correcte.

Exercice 4 : déterminisme génétique de la couleur du pelage chez des chiens**La couleur du pelage des labradors**

Raisonnement et adopter une démarche explicative

La couleur du pelage, noire, chocolat ou sable, des labradors dépend de la nature des pigments synthétisés par les mélanocytes. Elle est le résultat de l'expression de deux gènes :

- le gène *TYRP1*, situé sur le chromosome 11, contrôle la couleur des pigments synthétisés : l'allèle *B*, dominant, conduit à la synthèse d'un pigment noir, l'allèle *b*, récessif, d'un pigment brun (à l'origine du pelage chocolat) ;
- le gène *MC1R*, situé sur le chromosome 5, contrôle la production des pigments : l'allèle *E*, dominant, est indispensable à la synthèse des pigments noir ou brun, l'allèle *e*, récessif, ne permet pas la synthèse de ces pigments



(à l'état homozygote, c'est alors un pelage sable qui apparaît).

- 1 Indiquez les différents génotypes possibles des chiens aux pelages noir, chocolat et sable.
- 2 On croise un mâle sable avec une femelle chocolat. Vingt chiots naissent : 10 sont de couleur sable, 5 sont chocolat et 5 sont noirs. Analysez ces résultats pour déterminer le génotype des parents utilisés pour le croisement.

CORRECTION EXERCICE 4**1. Génotypes des différents phénotypes de chiens.**

On rappelle que les deux gènes impliqués sont indépendants ce qui va déterminer une convention d'écriture particulière.

Chiens de phénotype [Noir] : comme les allèles *E* et *B* sont dominants, le génotype doit posséder au moins un allèle *E*, responsable de la synthèse des pigments et au moins un allèle *B*, codant pour la synthèse du pigment noir.

Il existe donc 4 génotypes différents pour ce phénotype :

(*E//E* ; *B//B*) (*E//e* ; *B//B*) (*E//E* ; *B//b*) (*E//e* ; *B//b*)

Chiens de phénotype [Chocolat] : comme les allèles *E* et *B* sont dominants, le génotype doit posséder au moins un allèle *E*, responsable de la synthèse des pigments mais deux allèles récessifs *b*, à l'origine du pelage chocolat. Il existe 2 génotypes différents pour ce phénotype :

(*E//E* ; *b//b*) (*E//e* ; *b//b*)

Chiens de phénotype [Sable] : ce phénotype apparaît en absence de synthèse de pigment, donc en absence d'allèle dominant *E*. Il existe donc 3 génotypes différents pour ce phénotype :

(*e//e* ; *B//B*) (*e//e* ; *B//b*) (*e//e* ; *b//b*)

2. Etude d'un croisement

Le croisement entre un mâle sable et une femelle chocolat aboutit aux 3 phénotypes de chiens avec 50 % de [sable], 25 % de [noir] et 25 % de [chocolat].

Pour aboutir à des chiens sables (qui sont tous de génotype homozygote *e//e*), il faut que chaque parent apporte au moins un allèle *e*. **La femelle chocolat a donc obligatoirement pour génotype (*E//e* ; *b//b*).**

Pour aboutir à des chiens chocolat (qui sont tous de génotype *b//b*), il faut donc que chaque parent apporte au moins un allèle *b*. Pour aboutir à des chiens noirs (dont le génotype possède au moins un allèle *B*), il faut que l'un des parents apporte un allèle *B*. Or la femelle chocolat est homozygote *b//b*. Donc c'est le mâle sable qui possède un allèle *B*. Ce mâle apporte donc au moins un allèle *b* et un allèle *B*. **Le génotype du mâle est donc (*e//e* ; *B//b*).**

Vérifions avec un échiquier que les génotypes déterminés sont corrects.

X mâle [sable]	(<i>e/</i> ; <i>B/</i>) 50 %	(<i>e/</i> ; <i>b/</i>) 50 %
γ femelle [chocolat]		
(<i>E/</i> ; <i>b/</i>) 50 %	(<i>e//E</i> ; <i>B//b</i>) [noir] 25 %	(<i>e//E</i> ; <i>b//b</i>) [chocolat] 25 %
(<i>e/</i> ; <i>b/</i>) 50 %	(<i>e//e</i> ; <i>B//b</i>) [sable] 25 %	(<i>e//e</i> ; <i>b//b</i>) [sable] 25 %

Les résultats sont corrects car cohérents avec les données fournies.