

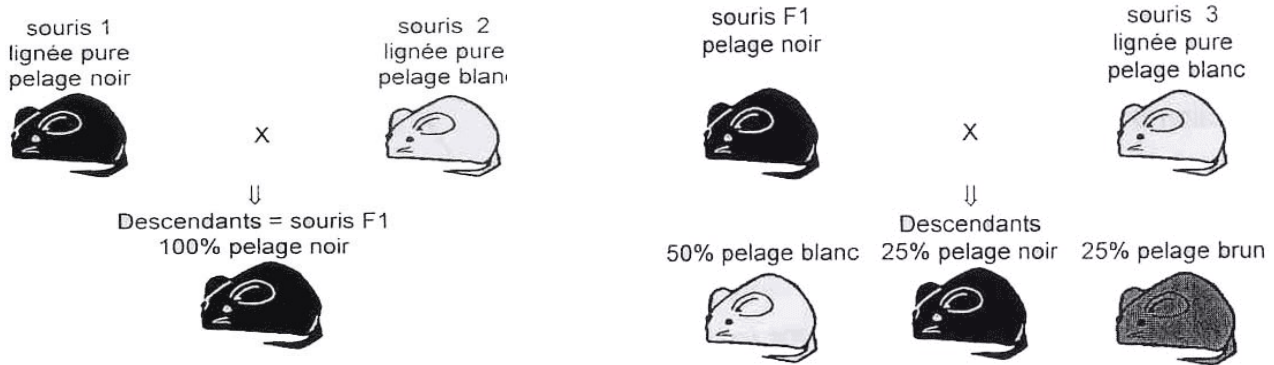
TD : Quelques exercices de génétique

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.



CORRECTION

• 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/).

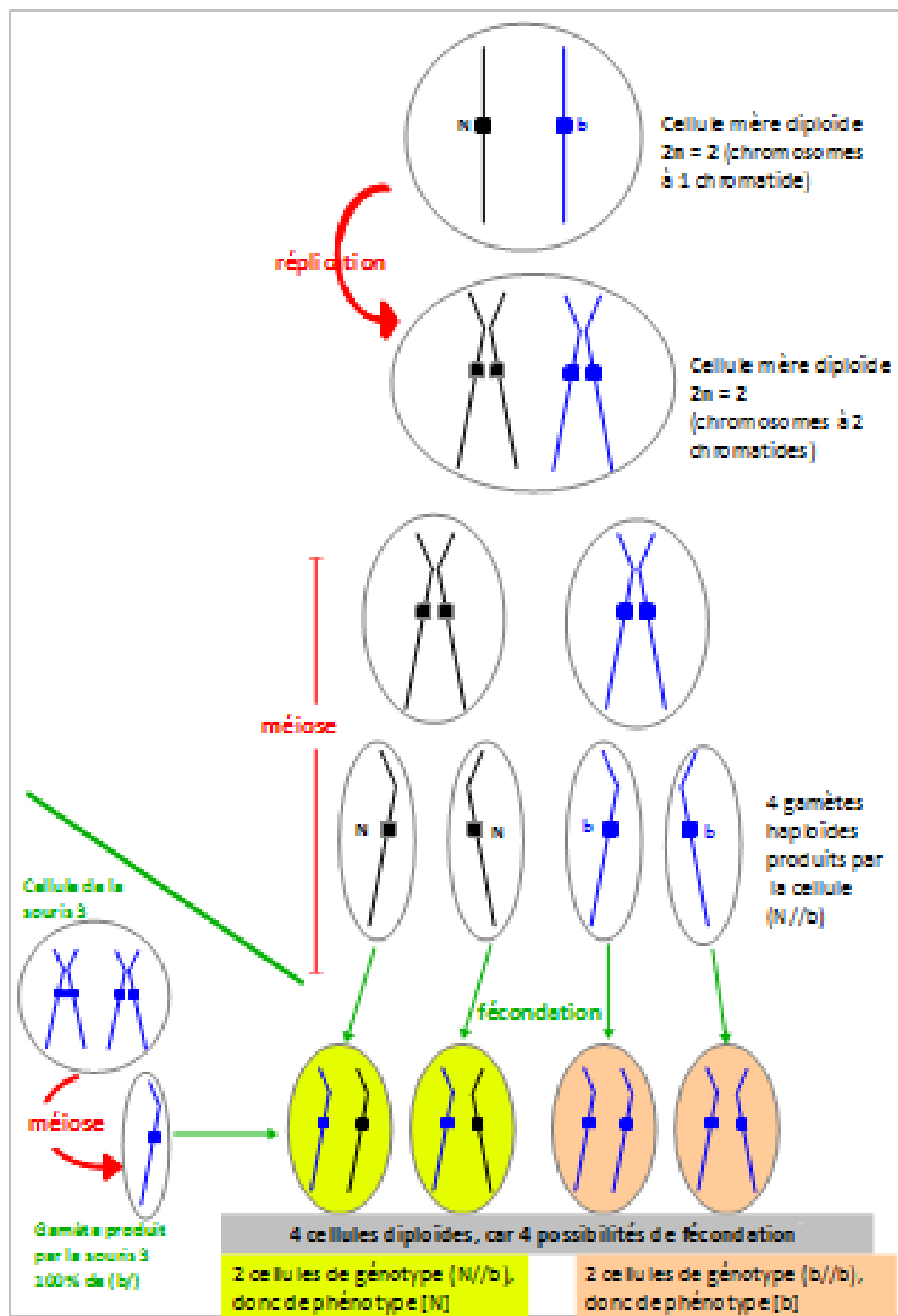
Les individus blancs ont donc pour génotype (b//b) et ne produisent que des gamètes (b/).

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

Croisement F1 X P3

Gamètes de P3 (b/)	Gamètes de F1 (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.

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.

CORRECTION

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)

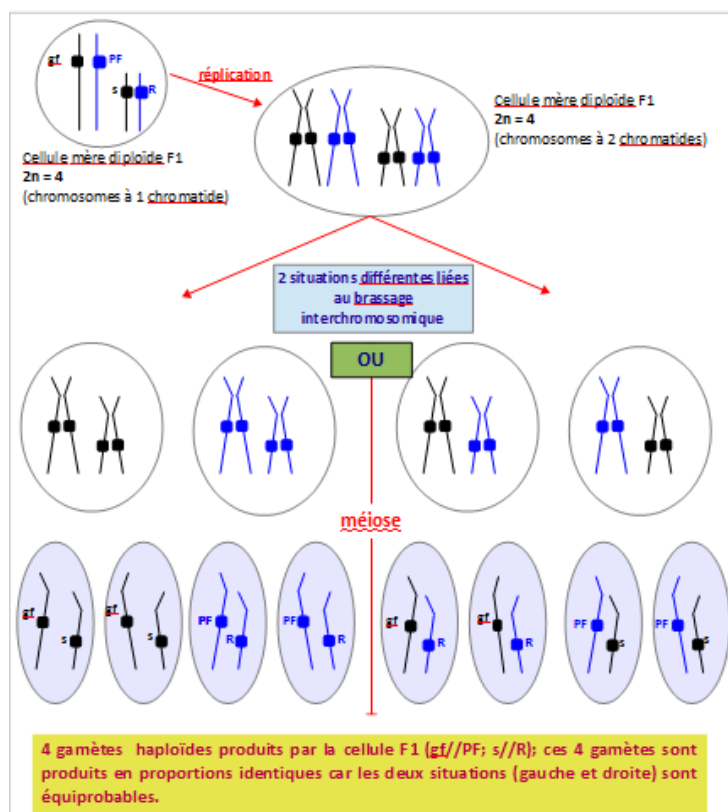
Gamètes A (gf / ; s/)

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/)	généotype
	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 généotype
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.

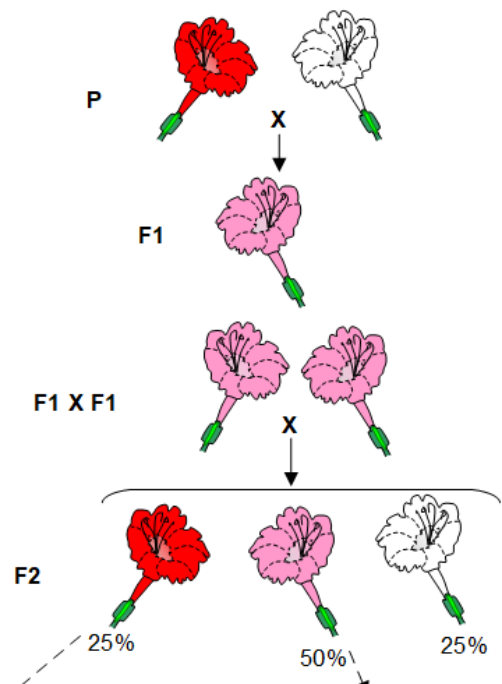
Exercice 3 : des croisements chez les Belles de nuit

On réalise des croisements chez des plantes, appelées Belles de nuit.

Les résultats des croisements sont indiqués ci-contre :

On précise que les deux individus parentaux (P) sont purs, donc homozygotes.

- Déterminer le génotype des différents individus représentés en sachant que seule la couleur des pétales est à prendre en compte dans cet exercice.



CORRECTION

On va noter **P1**, l'individu de phénotype [rouge] et l'individu **P2**, celui de phénotype [blanc].

On va noter **R**, l'allèle qui confère la couleur rouge aux fleurs et **B**, l'allèle qui confère la couleur blanche.

Les parents étant homozygotes (donc « purs »), on peut déterminer les génotypes respectifs des deux parents, ainsi que celui de leurs gamètes :

P1 : (R//R) gamètes : 100 % (R/)

P2 : (B//B) gamètes : 100 % (B/)

Les individus F1, sont donc hétérozygotes, porteurs des deux allèles parentaux (R//B). Ces derniers vont produire 50 % de gamètes (R/) et 50 % de gamètes (B/).

On constate par ailleurs que le phénotype des F1 est une forme intermédiaire entre le phénotype des deux parents. On en déduit que les deux allèles R et B s'expriment simultanément. On parle alors de **codominance**.

Nous allons représenter sous la forme d'un **échiquier de croisements** le résultat d'un croisement entre deux F1.

Croisement F1 X F1

Gamètes de F1 Gamètes de F1	Gamètes de F1 (R/) 50,00%	Gamètes de F1 (B/) (50 %)	génotype %	
	(R/) 50 %	(B/) 50 %	génotype phénotype proportions	Descendance
(R/) 50 %	(R//R) 25 % [R]	(R//B) 25 % [violet]		
(B/) 50 %	(R//B) 25 % [violet]	(B//B) 25 % [blanc]		

On en déduit que :

- la fleur F2 [rouge] a pour génotype (R//R)
- la fleur F2 [blanche] a pour génotype (B//B)
- la fleur F2 [violette] a pour génotype (R//B)

Les drosophiles n'arrêtent pas de se croiser !!

La drosophile est une petite mouche très utilisée par les généticiens. Les drosophiles de phénotype sauvage ont le corps gris rayé et les yeux rouges. On connaît de nombreuses mutations portant sur la couleur du corps et des yeux: la mutation "black" se traduit par un corps noir, la mutation "cinnabar" et la mutation "cardinal" par des yeux d'un rouge différent de celui des mouches sauvages.

On réalise deux études:

- **1ère étude :**

- **croisement 1 :** drosophiles sauvages avec drosophiles corps "black" et yeux "cinnabar" (les deux lignées sont homozygotes pour les deux gènes étudiés).

On obtient une génération F1 de drosophiles, toutes de phénotype sauvage.

- **croisement 2 :** drosophile F1 avec drosophile corps "black" yeux "cinnabar".

On obtient

- 46% de drosophiles sauvages
- 46% de drosophiles corps "black" et yeux "cinnabar"
- 4% de drosophiles corps rayé gris et yeux "cinnabar"
- 4% de drosophiles corps "black" et yeux rouges.

- **2ème étude :**

- **croisement 1 :** drosophiles sauvages avec drosophiles corps "black" et yeux "cardinal" (les deux lignées étudiées sont homozygotes pour les deux gènes étudiés).

On obtient une génération F1 de drosophile toutes de phénotype sauvage.

- **croisement 2 :** drosophile F1 avec drosophile corps "black" yeux "cardinal".

On obtient

- 25% de drosophiles sauvages
- 25% de drosophiles corps "black" yeux "cardinal"
- 25% de drosophiles corps rayé gris yeux "cardinal"
- 25% de drosophiles corps "black" yeux rouges.

Question 1 : expliquez les résultats obtenus dans chacune des deux études.

Question 2 : montrez que ces études prouvent l'existence de deux gènes impliqués dans la couleur des yeux de la drosophile.

CORRECTION

Question 1 : expliquez les résultats obtenus dans chacune des deux études.

- **1ère étude**

On observe que le croisement test conduit à l'obtention de 4 phénotypes différents : 2 parentaux [sauvages] et [corps "black" - yeux "cinnabar"], largement majoritaires (total : 92 % de la descendance) et 2 recombinés [corps rayé gris - yeux "cinnabar"] et [corps "black" - yeux rouges], très minoritaires (total : 8 % de la descendance).

Ces résultats permettent d'envisager que les deux gènes impliqués sont liés, donc portés par la même paire de chromosomes.

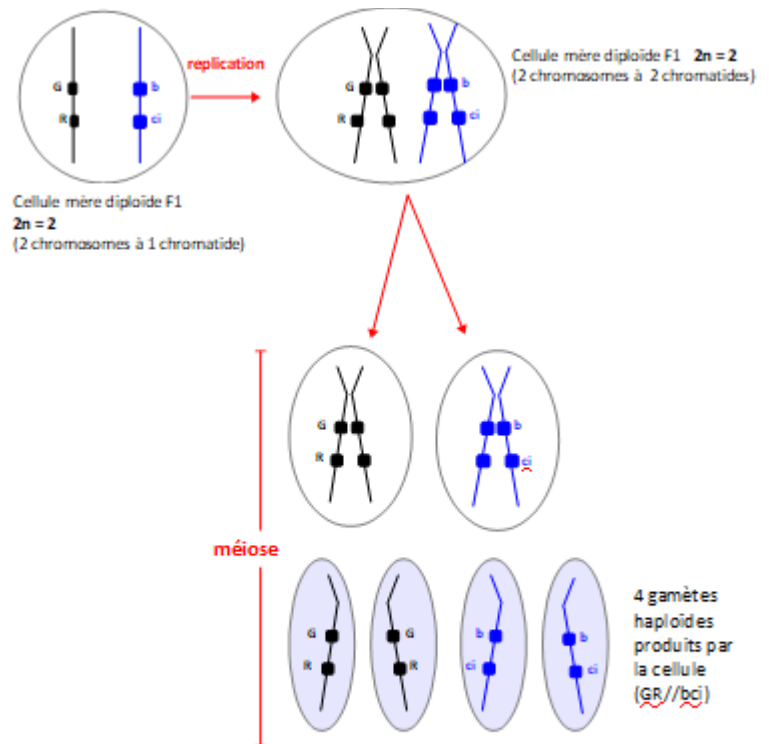
Par convention, on notera :

- G, l'allèle responsable de la couleur Gris clair du corps (phénotype sauvage)
- b, l'allèle responsable de la couleur « black » du corps
- R, l'allèle responsable de la couleur rouge des yeux (phénotype sauvage)
- ci, l'allèle responsable de la couleur « cinnabar » des yeux

Dominance et récessivité des allèles : comme les individus F1 sont hétérozygotes pour les deux gènes étudiés, on peut en déduire que les allèles qui sont dominants sont ceux qui s'expriment en F1 : G et R sont donc les allèles dominants.

En nous basant sur cette hypothèse, déterminons théoriquement les % de gamètes produits par F1, puis la descendance à l'issue d'un croisement test.

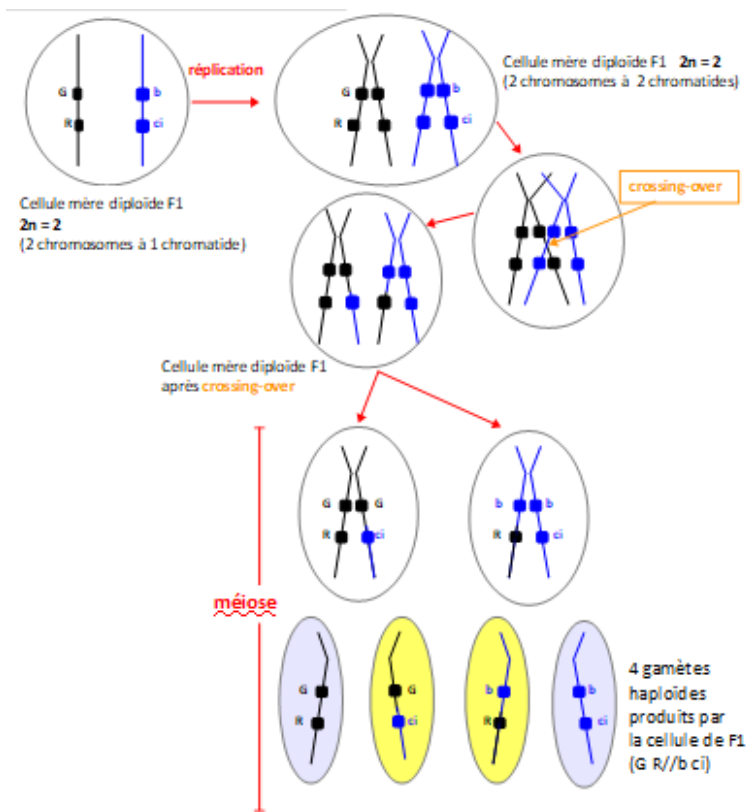
Nous savons que la **majorité des méioses se déroulent sans crossing-over**. Schématisons alors les gamètes produits dans ce cas :



Sans crossing-over, la méiose produit donc uniquement des gamètes de type parental, c'est-à-dire dont les chromosomes possèdent des combinaisons alléliques présentes chez les parents de F1 : (G R/) et (b ci/).

Les proportions des 2 types de gamètes produits sont identiques (soit 2 fois 50%).

Dans des cas plus rares, la **méiose se réalise avec un crossing-over**. Le schéma suivant représente cette situation.



2 gamètes de type parental, car les chromosomes possèdent des combinaisons alléliques présentes chez les parents de F1 : (G R/) et (b ci/).

2 gamètes de type recombiné, car les chromosomes possèdent des combinaisons alléliques différentes de celles présentes chez les parents de F1 : (G ci/) et (b R/).

Bilan : en théorie et en considérant que les méioses avec crossing-over sont plus rares que les méioses sans crossing-over, les individus F1, hétérozygotes pour les deux gènes impliqués, produisent une majorité de gamètes de type parental (GR/) et (bci/) et une minorité de gamètes de type recombiné (Gci/) et (bR/).

Etablissons alors l'échiquier de croisement correspondant à cette situation.

Gamètes de F1	(G R/)	(b ci/)	(G ci/)	(b R/)	génotype
Gamètes de P2	% élevé	% élevé	% faible	% faible	proportions
(b ci)	(G R // b ci)	(b ci// b ci)	(G ci// b ci)	(b R// b ci)	Descendance génotype
100%	% élevé	% élevé	% faible	% faible	proportions
	[sauvage]	[corps black – yeux cinnabar]	[corps Gris clair – yeux cinnabar]	[corps black – yeux rouges]	phénotype

Les résultats théoriques présentés dans l'échiquier ci-dessus sont bien en accord avec les données fournies. **On peut donc en déduire que les gènes impliqués pour la couleur du corps et la couleur des yeux sont portés par la même paire de chromosomes (localisation sur cms 2).**

• 2ème étude

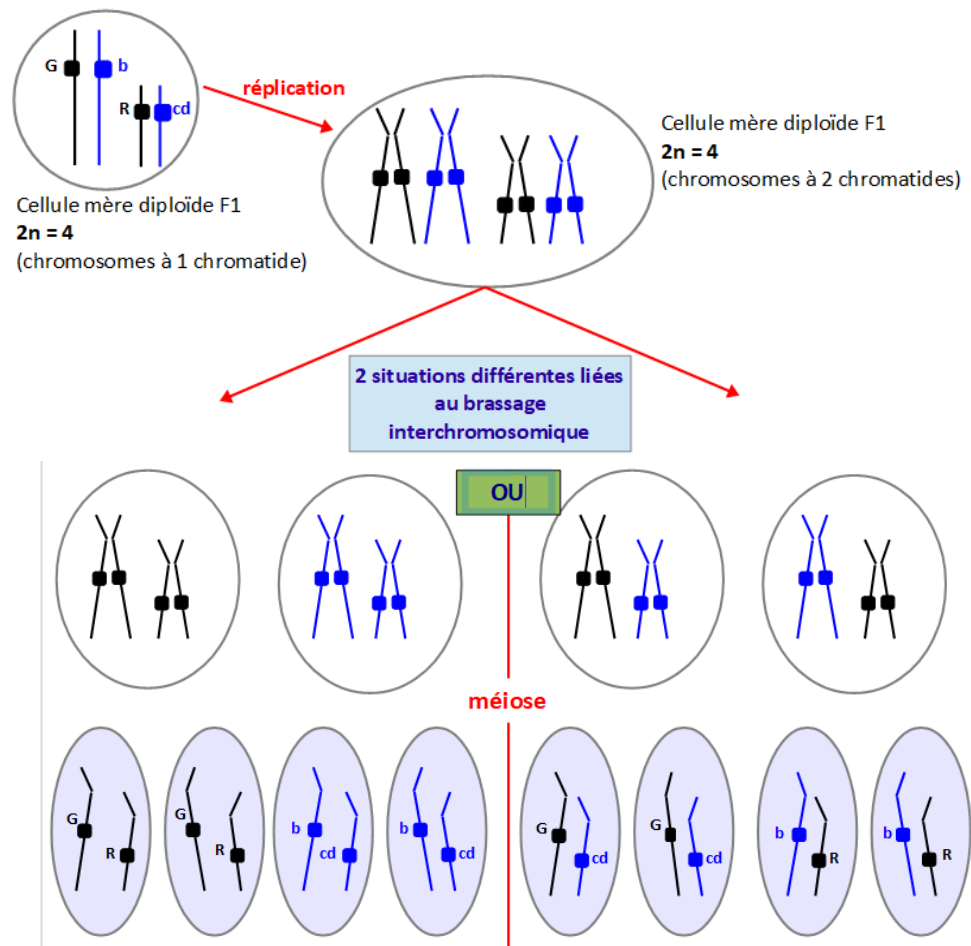
On observe que le croisement test conduit à l'obtention de 4 phénotypes différents en proportions identiques (25%). Ces résultats permettent d'envisager que les deux gènes impliqués sont indépendants, c'est-à-dire **portés par deux paires différentes de chromosomes**.

Par convention, on notera :

- G, l'allèle responsable de la couleur Gris clair du corps (phénotype sauvage)
- b, l'allèle responsable de la couleur « black » du corps
- R, l'allèle responsable de la couleur rouge des yeux (phénotype sauvage)
- cd, l'allèle responsable de la couleur « cardinal » des yeux

Dominance et récessivité des allèles : comme les individus F1 sont hétérozygotes pour les deux gènes étudiés, on peut en déduire que les allèles qui sont dominants sont ceux qui s'expriment en F1 : G et R sont donc les allèles dominants.

En nous basant sur cette hypothèse, déterminons théoriquement les % de gamètes produits par F1, puis la descendance à l'issue d'un croisement test.



A l'issue de la méiose, la cellule F1 de génotype (G//b ; R//cd) produit donc 4 types de gamètes haploïdes : : (G/ ; R/), (b/ ; cd/), (b/ ; R/) et (G/ ; cd/). Ces cellules sont produites en proportions identiques car les deux situations (gauche et droite) sont équiprobables.

Etablissons l'échiquier de croisement correspondant à cette situation

Gamètes de F1	(G/ ; R/)	(G/ ; cd/)	(b/ ; R/)	(b cd/)	génotype
Gamètes de P2	25 %	25 %	25 %	25 %	proportions
(b/ ; cd/)	(G// b ; R // cd)	(G// b ; cd // cd)	(b// b ; R // cd)	(b// b ; cd // cd)	Descendance génotype
100%	25 %	25 %	25 %	25 %	proportions
	[sauvage]	[corps Gris clair – yeux cardinal]	[corps black – yeux Rouges]	[corps black – yeux cardinal]	phénotype

Les résultats théoriques sont bien en accord avec les données fournies. On peut donc en déduire que les gènes étudiés ici sont portés par deux paires différentes de chromosomes (localisation sur cms 2 et cms 3).

Question 2 : montrez que ces études prouvent l'existence de deux gènes impliqués dans la couleur des yeux de la drosophile.

Il existe donc bien deux gènes différents impliqués dans la couleur des yeux, l'un sur le cms 2 (R et ci) et l'autre sur le cms 3 (R et cd).

