

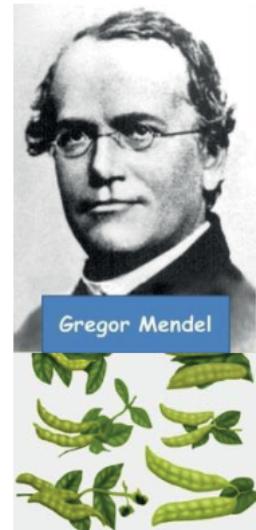
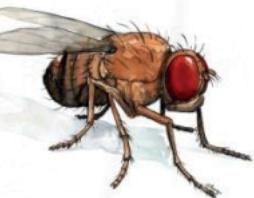
chapitre 2

Les lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires chez les diploïdes

Chaque être vivant, animal ou végétal présente des caractères d'origine paternelle et maternelle. Mais parfois il présente des caractères de l'un des parents et parfois des caractères différents de ceux des parents.



Thomas Hunt Morgan



Gregor Mendel

- ⊕ Le botaniste autrichien **Mendel (1822-1884)** est le père fondateur de la génétique, il a consacré 8 ans de sa vie à l'étude de croisements entre des petits pois, il a énoncé 3 lois concernant la transmission des caractères au cours de la reproduction sexuée.
- ⊕ **Morgan : américain (1866 – 1945)** quant à lui, a effectué des croisements sur des races de drosophiles. Ses études ont permis de déterminer l'emplacement des gènes sur les chromosomes.

➤ Problèmes à résoudre:

I- Quelques notions et définitions :

➤ **Caractère héréditaire:** trait, marque ou particularité (comportement vis-à-vis d'un antibiotique, la couleur des cheveux, les groupes sanguins, la taille, poids...) d'une espèce ou d'une personne qui se transmet de génération en génération.

➤ **Phénotype:** l'ensemble des caractères apparents d'un individu. Résulte de l'expression d'un génotype

Exemple: - 4 phénotypes pour le caractère « groupe sanguin » qui sont A, B, AB et O

- 2 phénotypes pour le caractère « forme des graines » de petit pois : lisses ou ridées

Le phénotype s'écrit entre crochets [] en utilisant les mêmes allèles qui le déterminent (exemple petit pois lisses: [L])

➤ **Génotype:** ensemble des gènes portés par les chromosomes. Chez les diploïdes chaque gène est présenté par deux allèles occupant la même position sur les chromosomes homologues.

- si les deux allèles d'un gène sont identiques, la cellule (ou l'individu) est dite **homozygote** pour le gène étudié. A//A ou a//a

- si les deux allèles d'un gène sont différents, la cellule (ou l'individu) est dite **hétérozygote** pour le gène étudié. A//a

➤ **Lignée pure:** des individus sont dits de lignée pure lorsque croisés entre eux, ils donnent des descendants qui ont le même phénotype, à toutes les générations. La lignée pure est toujours homozygote et produit une seule catégorie de gamètes.

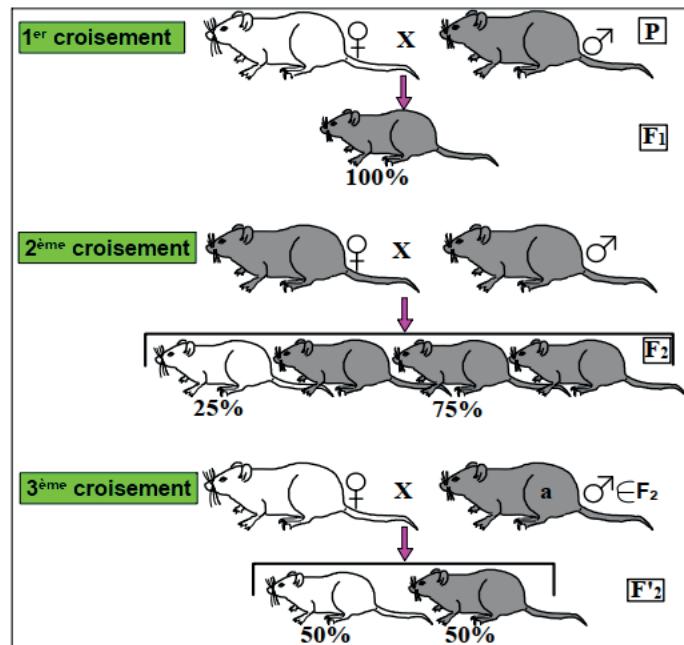
II- Monohybridisme : étude de la transmission d'un couple d'allèle pour un seul caractère génétique**Activité 1 : Hérédité non liée au sexe, cas de la dominance absolue .****Documents à exploiter :****Doc 1 : Etude d'un exemple : transmission de la couleur du pelage chez les souris**

Lucien Guénot a travaillé sur la transmission du caractère de pelage des souris à travers des générations. Ainsi il a choisi deux lignées pures de souris différent par la couleur du pelage : l'une de couleur blanche et l'autre de couleur grise.

1^{er} croisement : croisement des parents (P), on croise des souris grise de lignée pure avec des souris blanches de lignée pure. Les descendants de ce croisement désignés par la génération F₁ sont tous à pelage gris

2^{ème} croisement : on croise les individus de la génération F₁ entre eux, on obtient une génération F₂ constitué de 75% de souris à pelage gris et 25% à pelage blanc.

3^{ème} croisement : croisement test, dans le but de connaître le génotype d'un individu de F₂ portant un pelage gris, on croise cet individu avec une sourie de lignée pure à pelage blanc. Les descendants F₂' de ce croisement sont constitué de 50% à pelage gris et 50% à pelage blanc.

**Doc 2 : Les conventions d'écriture du génotype et du phénotype d'une cellule ou d'un organisme**

- Un allèle dominant est un allèle dont l'expression confère à la cellule et/ou à l'organisme son phénotype. Un allèle récessif est un allèle dont l'expression est masqué et non visible dans le phénotype de la cellule et/ ou de l'organisme.

Par convention :

- Le caractère est représenté le plus souvent par la première lettre de sa nomenclature latine.
- L'allèle dominant est représenté par une lettre majuscule. L'allèle récessif est représenté par une lettre minuscule
- Le phénotype s'écrit entre crochets [], en utilisant le plus souvent les mêmes symboles que les allèles qui le détermine.
- Le génotype s'écrit entre parenthèse, en utilisant des symboles pour chaque allèle considéré. Chaque chromosome est représenté par une barre horizontale (ou oblique)
- Un croisement est symbolisé par une croix (x).

1 Que peut-on conclure de l'analyse des résultats de la génération F₁ quant à la transmission du caractère de la couleur du pelage chez la souris.

2 Analyser les résultats de la génération F₂, Que peut-on en déduire ?

3 En utilisant les instructions du doc 2, donner le génotype et le phénotype des souris de race pure puis réaliser l'interprétation chromosomique des résultats du 1^{er} et du 2^{ème} croisement (du doc 1).

4 Quel devrait être le génotype des souris gris utilisées dans le croisement test (3^{ème} croisement) du doc 1. Justifier votre réponse.

5 Déduire de cet exemple la première et la deuxième loi de Mendel, la définition du croisement test et généraliser les statistiques caractéristiques de ce type de transmission de caractère.



1 Analyse des résultats de la génération F_1

- Le croisement de deux lignées pures différentes d'un caractère, donne une génération F_1 présentant phénotype (tous gris) on dit que la génération F_1 est (uniforme). C'est ***la première loi de Mendel***. (Voir l'énoncé de la loi ultérieurement).
- Le phénotype porté par les descendants F_1 est celui de l'un des parents (gris), alors que le phénotype du 2ème parent (blanc) a complètement disparu.
- Puisque les parents sont de lignée pure, les chromosomes homologues de leurs cellules portent des allèles identiques du gène étudié (couleur du pelage) : on dit qu'ils sont
- On sait que les descendants de la reproduction sexuée héritent un allèle de chacun des parents, on en déduit que les cellules des individus F_1 portent deux allèles différents, l'un gouverne le phénotype gris et l'autre le phénotype blanc. On dit que la génération F_1 est

Conclusion :

Bien que la génération F_1 soit hybride (porte l'allèle gris et l'allèle blanc), son phénotype est gris. Ceci indique que chez la génération F_1 , l'allèle gris s'exprime et confère à l'organisme son phénotype, alors que l'allèle blanc est masqué sous l'effet de la présence de l'allèle gris. On dit que le caractère (l'allèle) gris est alors que le caractère blanc est

2 Analyse des résultats de la génération F_2 et conclusion

- La génération F_2 issue du croisement des hybrides est formée de deux phénotypes différents : gris et blanc, la génération F_2 est Cette différence ne s'explique que par une disjonction des allèles au moment de la formation des gamètes de leurs parents F_1 : c'est ***la deuxième loi de Mendel***. (Voir l'énoncé de la loi ultérieurement)
- En F_2 , on observe une réapparition du caractère parental (blanc) disparu en F_1 chez 25% des descendants. Ces individus sont obligatoirement homozygotes pour le caractère blanc.

3 Le génotype et le phénotype des souris de race pure :

Le caractère pelage gris est dominant, on le représente par la lettre majuscule G.

Le caractère pelage blanc est récessif, on le représente par la lettre minuscule b.

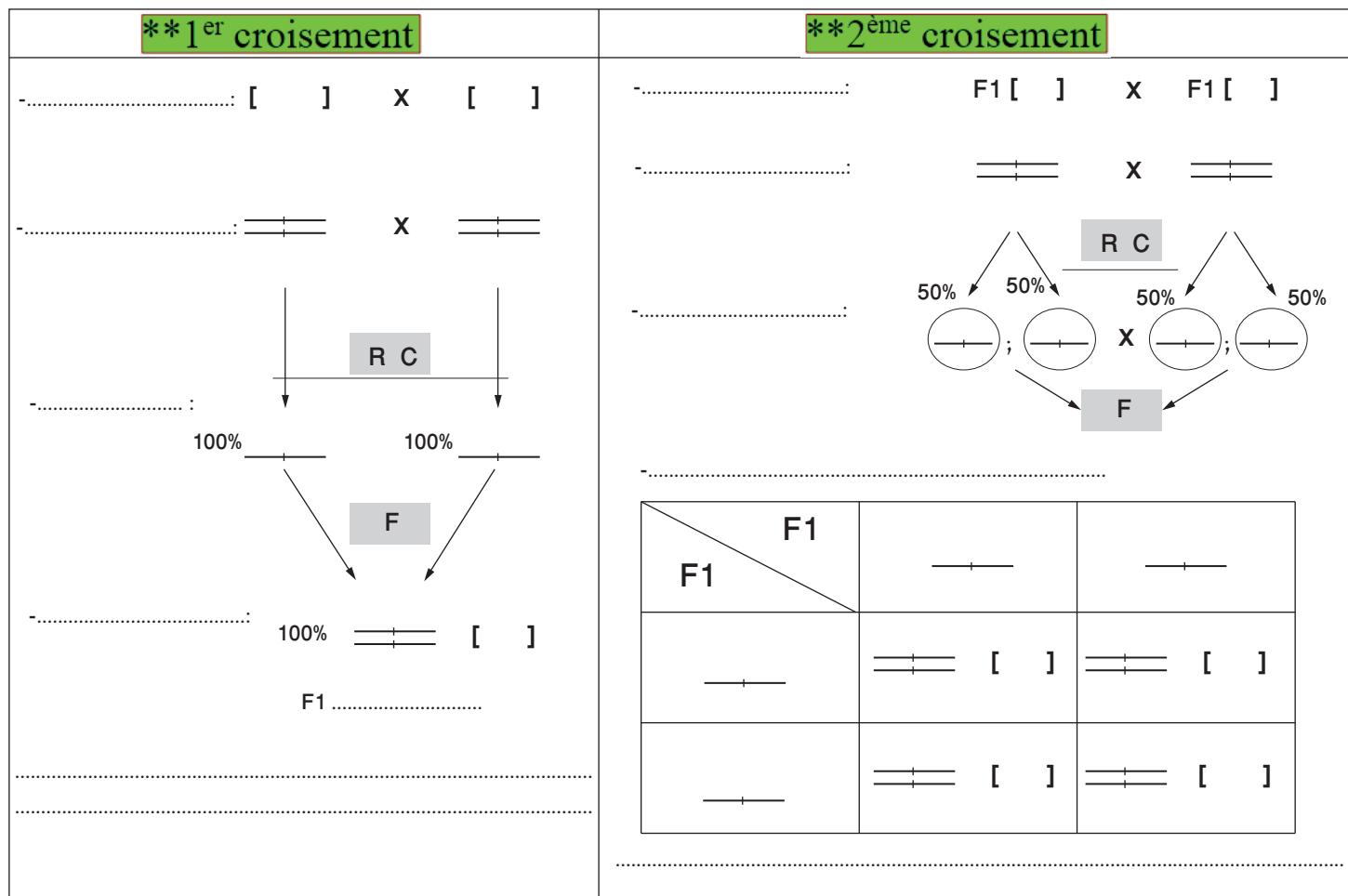
	Phénotype	Génotype
Parent à pelage gris	[G]	
Parent à pelage blanc	[b]	

Interprétation chromosomique des résultats du 1er et du 2ème croisement.

Pour effectuer l'interprétation chromosomique des résultats d'un croisement, on doit

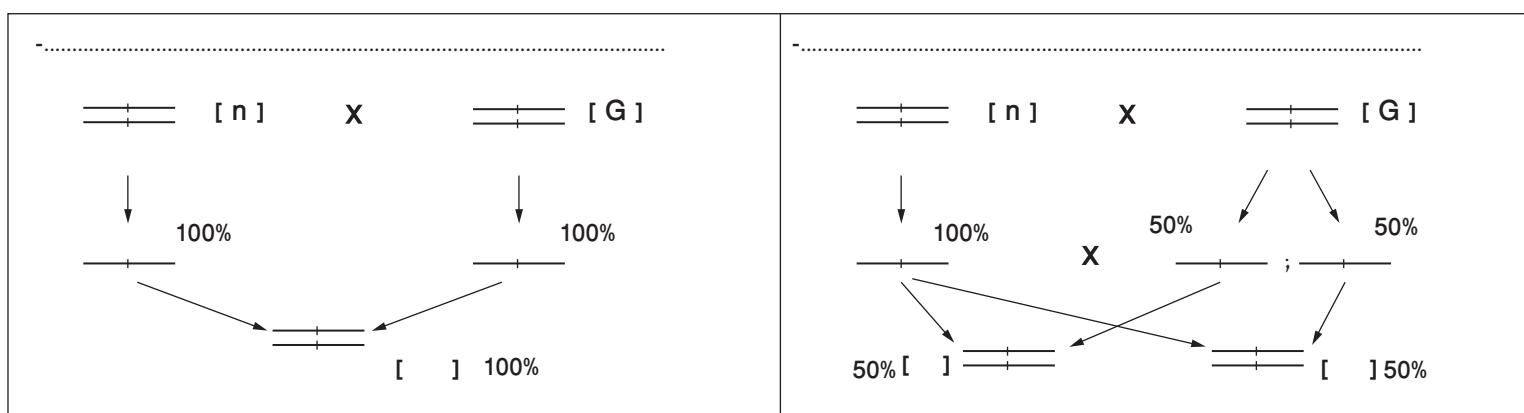
- Déterminer les génotypes des parents croisés.
- Mettre l'accent sur les deux phénomènes de la reproduction sexuée:
 - + La méiose, qui permet la disjonction des chromosomes homologues et donc la séparation des allèles de chaque gène.

+ La fécondation, qui permet la rencontre des chromosomes homologues des parents et donc la rencontre des allèles du même gène.



4 Le génotype de l'individu testés à pelage gris.

- La souris grise de la génération F₂ porte le phénotype dominant, donc il y'a deux possibilités concernant son génotype : soit homozygote : G//G ou bien hétérozygote G//b.
- la souris blanche porte le phénotype récessif, elle est obligatoirement homozygote : b//b.
- Si la souris grise était homozygote, on aurait obtenu suite à son croisement avec la souris blanche les mêmes résultats obtenus lors du 1^{er} croisement, or ce n'est pas le cas, la souris grise est donc hétérozygote et on peut justifier cette réponse en se référant à l'interprétation chromosomique.



Bilan *1***Première loi de Mendel = loi de l'uniformité des hybrides.**

Si l'on croise deux races pures distinctes par un seul caractère, tous les descendants de la première génération (F_1), sont identiques (même phénotype et même génotype) et hybrides (hétérozygotes)

Deuxième loi de Mendel = loi de disjonction des allèles ou loi de pureté des gamètes

Les deux allèles d'un même gène se disjoignent (se séparent) lors de la formation des gamètes (méiose). Chaque gamète ne contient que l'un ou l'autre allèle. On dit que le gamète (cellule haploïde) est **pur**.

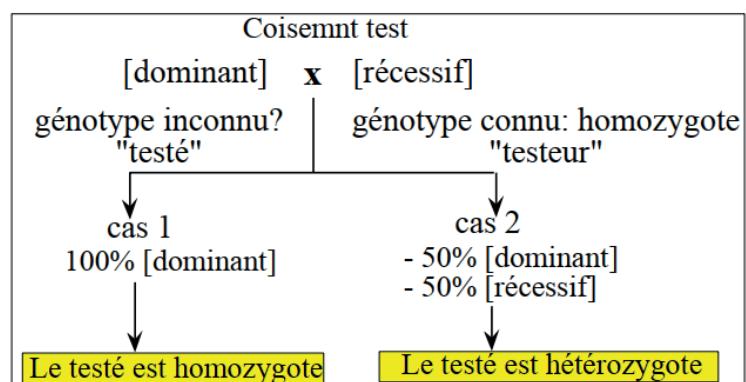
**Croisement test = test cross = croisement de contrôle**

Le croisement test a pour but de révéler le génotype d'un individu qui présente un phénotype dominant. Cet individu peut être soit hétérozygote, soit homozygote pour l'allèle dominant. Le moyen le plus efficace de connaître son génotype est de le croiser avec un organisme testeur exprimant le phénotype récessif, et donc nécessairement homozygote et qui produit un seul type de gamètes. Les phénotypes de la génération suivante permettent de déterminer le génotype du parent testé ayant un phénotype dominant.



Dans le cas de la transmission d'un seul caractère non lié au sexe avec dominance absolue de l'un des allèles :

- les hybrides (F_1) présentent le phénotype de l'un des parents, on dit que le caractère de ce parent est **dominant**, et celui de l'autre est **récessif**.
- Les individus de la génération F_2 (génération issue du croisement $F_1 \times F_1$) se répartissent comme suit :
 - * 75% des individus [dominant].
 - * 25% des individus [récessif]





Exercice d'application

On croise des drosophiles à ailes longues et des drosophiles à ailes vestigiales. La première génération obtenue F1 est constituée uniquement d'individus avec des ailes longues.

1 Que peut-on conclure de ce croisement? Interprétez les résultats.

On croise les drosophiles de la première génération F1 entre eux. On obtient à la deuxième génération F2 77% de drosophiles à ailes longues et 23% de drosophiles à ailes vestigiales.

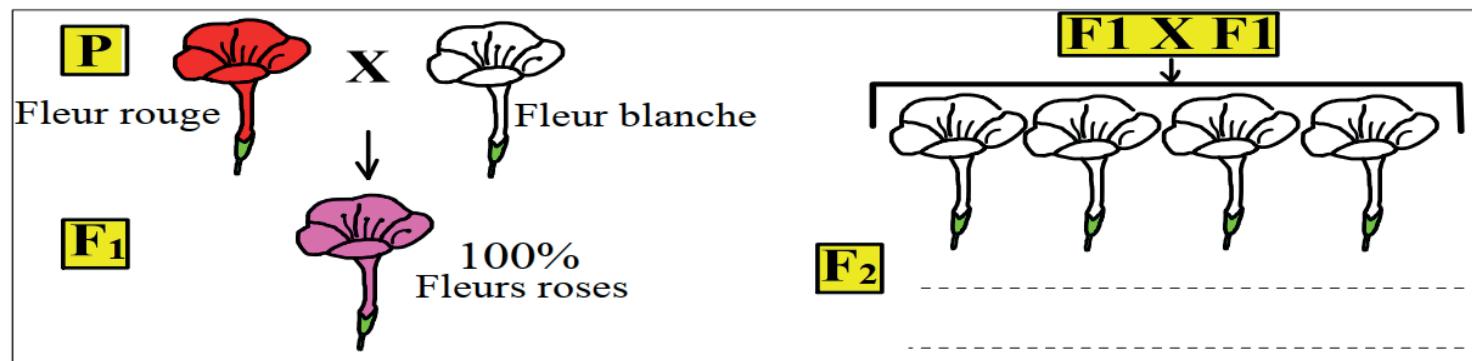
2 Interprétez le résultat de ce croisement. Quelle est la loi de Mendel vérifiée dans ce croisement ?



Activité 2 : Hérédité non liée au sexe, cas de la codominance .

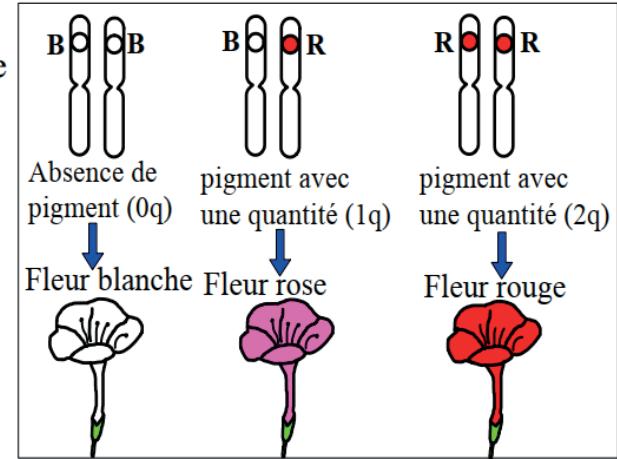
Doc 1 : Etude d'un exemple : transmission de la couleur des pétales chez la belle de nuit

Croisement 1 : Si on croise une lignée pure à fleurs blanches avec une lignée à fleurs rouges, Les fleurs de la génération F₁ présentent tous une coloration rose.



Doc 2 : La couleur rouge des fleurs de belles de nuit est dû à la présence d'un pigment coloré dont la synthèse est codée par les deux allèles R des deux chromosomes homologues. Alors que chez les fleurs blanches l'allèle B ne permet pas la synthèse de ce pigment.

Lorsque les chromosomes homologues dont l'un porte l'allèle R et l'autre porte l'allèle B se regroupent à la suite de la fécondation, l'allèle R seul ne permet la synthèse que de la moitié de la quantité du pigment synthétisé par le codage des deux allèles, d'où la couleur rose intermédiaire entre le rouge et le blanc.



- 1 Interpréter les résultats du 1^{er} croisement (doc 1) et donner l'interprétation chromosomique de ce croisement.
- 2 Quels seraient les résultats statistiques de la génération F₂ (doc 1), justifier en se basant sur l'interprétation chromosomique.
- 3 Généraliser, à partir de cet exemple les statistiques caractéristiques de ce type de transmission de caractère.



*Bilan *2**

Dans le cas de la transmission d'un seul caractère non lié au sexe avec codominance des allèles :

- Le croisement de deux lignées pures donne une génération F₁ hybride (hétérozygote), homogène présentant un phénotype intermédiaire entre celui des parents.
- Le croisement des individus F₁ entre eux donne une génération F₂ constituée de trois types de phénotypes qui se répartissent comme suit :
 - * 25% = $\frac{1}{4}$ d'individus de lignée pure ressemblant à l'un des parents.
 - * 25% = $\frac{1}{4}$ d'individus de lignée pure ressemblant à l'autre parent.
 - * 50% = $\frac{1}{2}$ d'individus hybrides ressemblant à F₁



Exercice d'application

Afin d'étudier le mode de transmission du caractère « forme des radis », on réalise une série de croisement. Les résultats obtenus sont dressés dans le tableau suivant:

Croisements			Résultats
Radis de forme	Radis de forme		
1- longue	×	ovale	159 ovales + 156 longues
2- ronde	×	ovale	199 rondes + 203 ovales
3- ovale	×	ovale	121 longues + 243 ovales + 119 rondes

1. En exploitant les résultats obtenus de ces croisements, **déterminez** le mode de transmission du caractère héréditaire étudié
2. **Donnez** l'interprétation chromosomique de chaque croisement

Utilisez les symboles suivants:

-Jeu f pour l'allèle responsable

-E ou t pour l'allèle responsable de la forme longue
-R ou r pour l'allèle responsable de la forme ronde

-R ou I pour l'ancien responsable de la forme ronde



Activité 3 : Héritage non lié au sexe, cas de gène létal .

Pour certains caractères le croisement des hybrides donne des résultats statistiques différents des données obtenues par Mendel.



Doc 1 : Etude d'un exemple : transmission d'un gène létale (la couleur) chez la souris.

Une mutation appelée « yellow » se traduit par un pelage de couleur brun clair presque jaune.

Si l'on croise deux souris yellow entre elles, on obtient 2/3 de souriceaux yellow et 1/3 de souriceaux gris.

1 **Donner** le génotype des individus jaunes qu'on a Croisé entre eux, à quel génération appartiennent-ils ? Que peut-on déduire en ce qui concerne la dominance de ce caractère

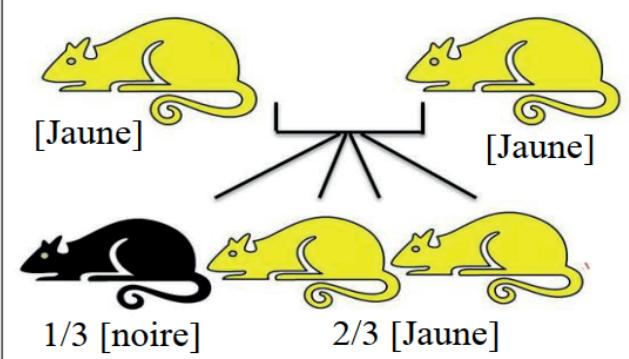
2 **Quel** résultat théorique doit on obtenir à partir de ce Croisement. Y'a-t-il concordance entre les résultats théoriques et les résultats expérimentaux, Comment peut-on alors expliquer les résultats de ce croisement.

3 **Donner** les résultats du croisement en retour = « back cross » : $F_1 \times$ parent récessif

4 **Généraliser**, à partir de cet exemple les statistiques caractéristiques de ce type de transmission de caractère et donner une définition du croisement « back cross ».



1/3 [noire]	2/3 [Jaune]
-------------	-------------



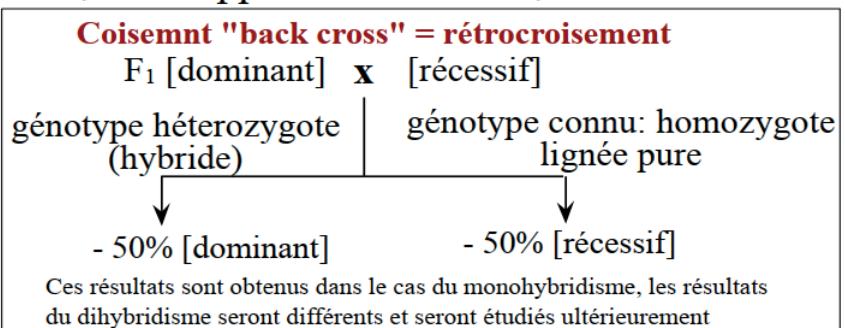
Bilan *3*

- Un allèle est dit *létal* lorsque les individus homozygotes pour le gène létal ne sont pas viables (ce génotype cause la mort des individus qui le portent).
- Le parent est soit à l'état homozygote récessif ou à l'état hétérozygote dominant.
- En F_2 et dans le cas du monohybridisme non lié au sexe, la disparition de $\frac{1}{4}$ des individus homozygotes pour le gène létal transforme les proportions normales ($\frac{3}{4} + \frac{1}{4}$) en **$\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$** qui sont les proportions en F_2 d'un gène létal.

**Le croisement en retour = rétrocroisement = « back cross »**

un rétrocroisement = croisement en retour, aussi appelé "back cross", est le croisement d'un hybride de F_1 avec l'un de ses parents portant le caractère récessif.

Ce croisement permet de connaître les proportions et le génotype des gamètes produits par l'individu F_1 (le parent récessif produit un seul type de gamète).





Exercice d'application

Un éleveur voulant obtenir des canaris huppés en a acheté deux couples. Il a obtenu à partir de 21 œufs quinze jeunes canaris .le document ci-contre montre la répartition phénotypique des quinze canaris obtenus à partir du croisement entre les canaris huppés achetés.

1. a/ Comment pouvez vous expliquer l'obtention de quinze canaris uniquement à partir de 21 œufs
b/ Donnez l'interprétation chromosomique de ce croisement

2. est-il possible de trouver des canaris huppés qui croisés entre eux engendrent exclusivement des canaris huppés . Expliquez

Utilisez les symboles suivants:

- H** ou **h** pour l'allèle responsable de la présence de l'huppe.
- N** ou **n** pour l'allèle responsable de l'absence de l'huppe.

