Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

Pr. El yamani Abdelkader

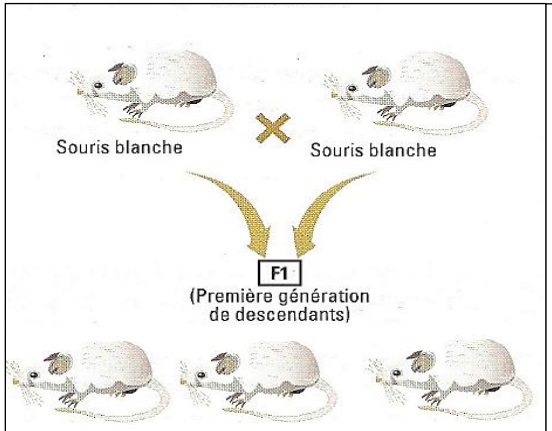
Unité 2 : Nature de l'information génétique et mécanisme de son expression - Transmission de l'information génétique au cours de la reproduction sexuée.

Chapitre 4 : Les lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires chez les diploïdes.

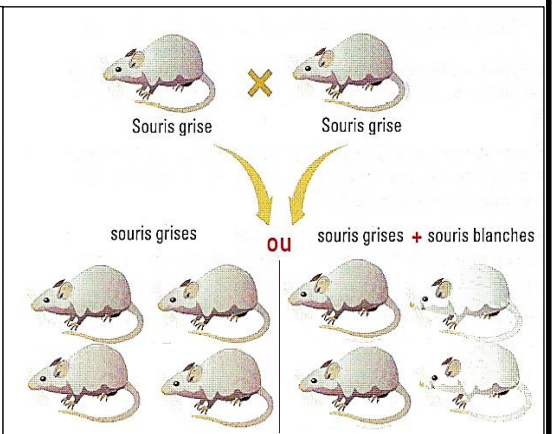
Mise en situation

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 des caractères parentaux.

Au cours de la reproduction sexuée, deux parents, mâle et femelle, transmettent par leurs gamètes, à leurs descendants, une partie de gènes paternels et une partie de gènes maternels. Ces deux parties de gènes réunis dans l'œuf déterminent le sexe et les caractères de chaque descendant.



1 : Chez l'espèce souris, deux parents à pelage blanc donnent toujours des descendants à pelage blanc.



2 : Deux parents à pelage gris donnent des descendants tous à pelage gris ou des descendants à pelage gris et des descendants à pelage blanc.

3 : Chez la belle de nuit, lorsqu'on sème une graine issue d'une fleur rose on obtient une plante sur laquelle poussent des fleurs de couleurs différentes : roses, blanches et rouges.

Pour un caractère donné, les descendants issus de la reproduction sexuée peuvent être de même phénotype que leurs parents ou de phénotypes différents.

Quels sont les lois qui régissent la transmission des caractères héréditaires ?

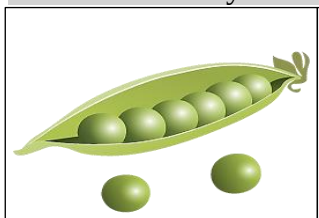
Activité 1 : Introduction

Doc 1 : les fondateurs de la génétique

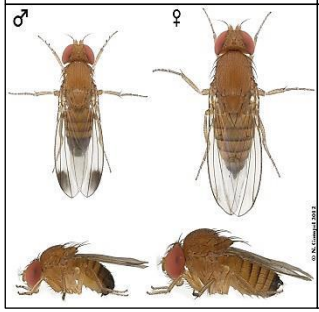
Gregor Mendel (1822 – 1884), peut être considéré comme le père de la génétique expérimentale. Ses expériences sur le croisement du petit pois lui ont permis d'établir des lois universelles avant même la découverte des chromosomes.

Thomas Morgan a établi en 1910, à partir d'expériences sur les croisements de la Drosophile, la théorie chromosomique de l'hérédité. Il a déterminé la position des gènes sur les chromosomes, chez la Drosophile.

Doc 2 : Les cobayes des généticiens



<u>Petit pois :</u> C'est une légumineuse choisie par Mendel pour ses expériences. Cette espèce est facile à cultiver et son cycle de développement est assez court. Il existe plusieurs variétés de petit pois
Un croisement entre deux plants peut donner une centaine de graines : produit, après fécondation, de nombreux fruits appelés gousses. Chaque gousse contient de nombreuses graines.



<u>Drosophile :</u> C'est une petite mouche de 3 à 4 mm.
La drosophile est un insecte qui se caractérise par :
– la facilité de son élevage.
– la facilité de l'identification des mâles et des femelles et donc de leur séparation pour contrôler les croisements.
La brièveté de son cycle de développement : après 12 jours de leur éclosion, les larves deviennent des adultes et se reproduisent.
L'existence d'un grand nombre de lignées mutantes présentant des caractères héréditaires très variés

1- **Argumenter** le choix de ces espèces.

Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

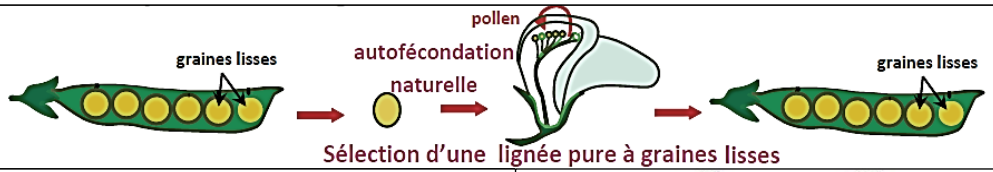
Doc 3 : Les caractères étudiés par Mendel

Mendel adopte comme modèle expérimental le petit pois, caractérisé par une production rapide d'un grand nombre de descendants.
Il choisit d'étudier la transmission de sept caractères dont chacun peut se retrouver sous deux formes possibles, facilement identifiables : forme et couleur de la graine, couleur de l'enveloppe, forme et couleur de la gousse, position des fleurs et longueur de la tige.
Exemple : le caractère, forme des pois existe sous deux aspects que Mendel appelle traits : trait lisse ou trait ridé.

Graine		Fleur	Cosse		Tige	
Forme	Cotylédons	Couleur	Forme	Couleur	Emplacement	Taille
Gris & lisse	Jaune	Blanc	Plein	Jaune	Cosse axiale Fleur tout du long	Long (~3m)
Blanc & Ridé	Vert	Violet	Étroit	Vert	Cosse terminales Fleurs en haut	Court (~30 cm)
1	2	3	4	5	6	7

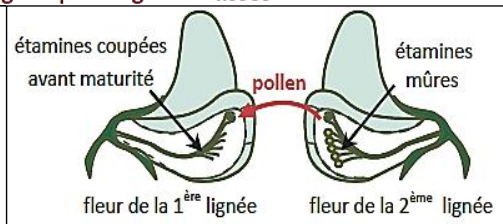
Doc 4 : La démarche de Mendel

Mendel sélectionne des lignées pures pour chaque caractère grâce à l'autofécondation. Une lignée pure étant un ensemble d'individus ayant en commun un caractère qui est transmis de façon stable d'une génération à la suivante.



Sélection d'une lignée pure à graines lisses

Mendel réalise des hybridations ou fécondations croisées entre plants de lignées pures différant par un seul caractère. Les descendants obtenus sont des hybrides. Le croisement se fait en déposant du pollen d'une fleur d'une plante de la 1ère lignée sur le pistil d'une fleur d'une plante de la 2ème lignée.



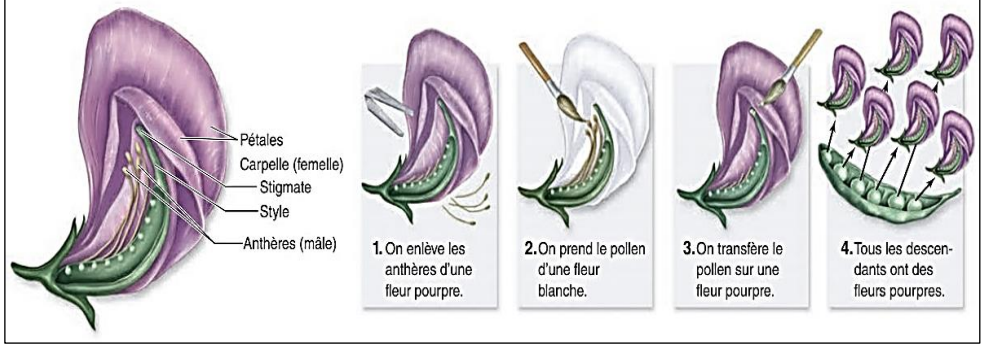
Fécondation croisée artificielle

Vocabulaire génétique

- **Hybridation** : croisement entre deux individus de même espèce ayant des génotypes ou des phénotypes différents concernant le même caractère héréditaire.
- **Lignée pure** : être de lignée pure pour un caractère signifie que les deux chromosomes homologues possèdent au même locus les deux mêmes allèles pour le gène considéré.

Doc 5 : fécondation croisée

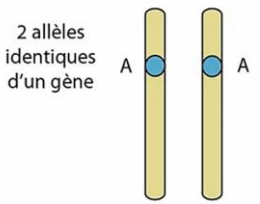
Dans la fleur du pois, les pétales entourent les anthères (qui contiennent les grains de pollen à l'origine des cellules spermatiques haploïdes) et le carpelle (contenant les ovules, qui donneront naissance aux oosphères haploïdes).
L'autofécondation est ainsi assurée si la fleur n'est pas dérangée. Mendel a récolté le pollen des anthères d'une fleur blanche et l'a ensuite déposé sur le stigmate d'une fleur pourpre dont les anthères avaient été enlevées. Cette fécondation croisée a produit des graines hybrides, puis uniquement des plantes à fleurs pourpres. Le résultat était identique après la pollinisation d'une fleur blanche par du pollen d'une fleur pourpre.



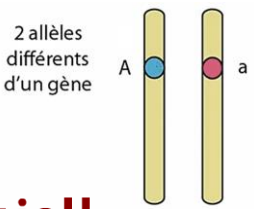
1- Décrire les techniques de croisements entre 2 lignées pures.

Vocabulaire génétique

- Le **génotype** d'un individu pour un caractère est la combinaison des allèles qu'il possède pour le gène contrôlant ce caractère; ce génotype détermine le **phénotype**
- Un individu est dit **homozygote** pour un gène s'il possède 2 allèles identiques.



- Un individu est dit **hétérozygote** pour un gène s'il possède 2 allèles différents.



Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

Doc 6 : Conventions d'écriture

Allèle dominant : lettre majuscule A

Allèle récessif : lettre minuscule a

Codominance : les deux allèles sont représentés par des lettres majuscules.

Phénotype : lettre(s) entre crochets. Exemples : [A], [AB], [B], ….

Génotype : le couple d'allèles est placé de part et d'autre d'un double trait symbolisant la paire de chromosomes homologues. Exemples : A//A ; A//a ; a//a. ou lettre(s) entre parenthèses. Exemples : (A), (AB), (B), ….

Vocabulaire génétique

- Un allèle est dit **récessif** s'il ne s'exprime pas dans le phénotype quand il est en présence de l'allèle **dominant** dans le génotype. Par conséquent, il ne s'exprime dans le phénotype que s'il se trouve en double exemplaire dans le génotype (à l'état homozygote).
- Un allèle est dit **dominant** quand il s'exprime dans le phénotype en présence de l'allèle **récessif**.
- Deux allèles sont dits **codominants** lorsqu'ils s'expriment simultanément dans le phénotype.

Activité 2 : Monohybridisme : étude de la transmission d'un couple d'allèle (La transmission d'un seul caractère)

Afin de déterminer comment se transmet un caractère, Mendel réalise des fécondations croisées entre plants de lignées différant par seul caractère.

Il des hybridations de parents ayant 2 traits différents pour un seul caractère.

Quels résultats obtient-It ?

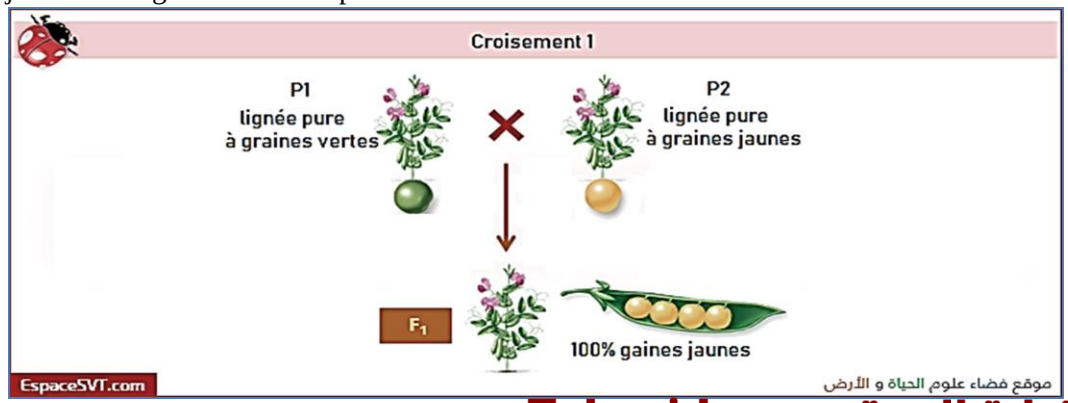
Quelle interprétation propose-t-il pour expliquer les résultats de la transmission d'un couple d'allèles.

Doc 7 : cas d'un gène non lié au sexe : Dominance

➢ **Croisement 1**

Mendel considère deux lignées pures : une lignée parentale à graines vertes (appelée P1) et l'autre à graines jaunes (appelée P2). Il prend aussi le soin de réaliser des fécondations réciproques (pollen de P2 sur pistil de P1) et il trouve des résultats identiques.

Les descendants obtenus par croisement de P1 et de P2 constituent une première génération notée F1. Cette génération est homogène comportant des graines toutes jaunes. La figure suivante représente les résultats obtenus de ce croisement :



1- **Analyser** les résultats obtenus.

2- **Déterminer** le mode de transmission du caractère héréditaire étudié.

3- **Donner** l'interprétation chromosomique des résultats de ce croisement

Utilisez les symboles suivants :

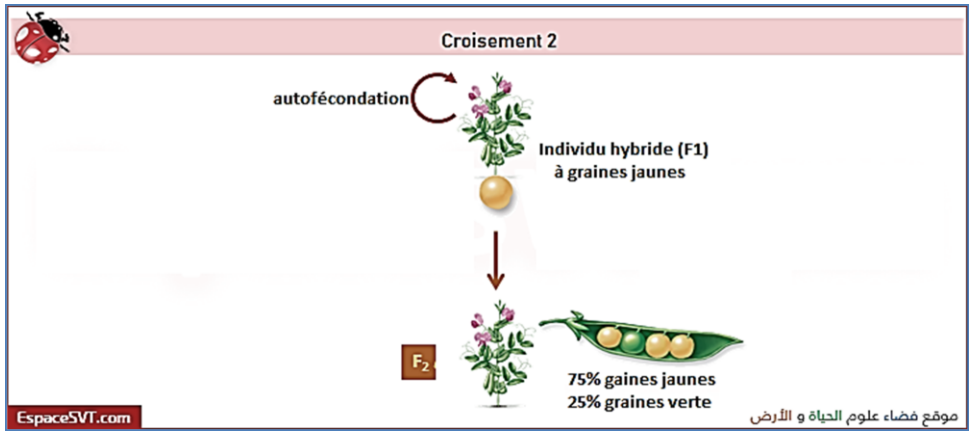
« V» et « v » pour les allèles responsable de la couleur verte.

« J » et « j » pour les allèles responsable de la couleur jaune.

4- **Conclure** la première loi de Mendel : la loi d'uniformité des hybrides de la première génération :

➢ **Croisement 2**

En croisant entre eux des individus de la F1 (autofécondation), Mendel obtient une deuxième génération F2 hétérogène comportant des graines jaunes et des graines vertes. La figure suivante représente les résultats obtenus de ce croisement :



1- **Analyser** les résultats obtenus.

2- Que peut-on **déduire** des résultats du deuxième croisement ?

3- **donner** l'interprétation chromosomique des résultats de ce croisement en vous aidant d'un échiquier de croisement.

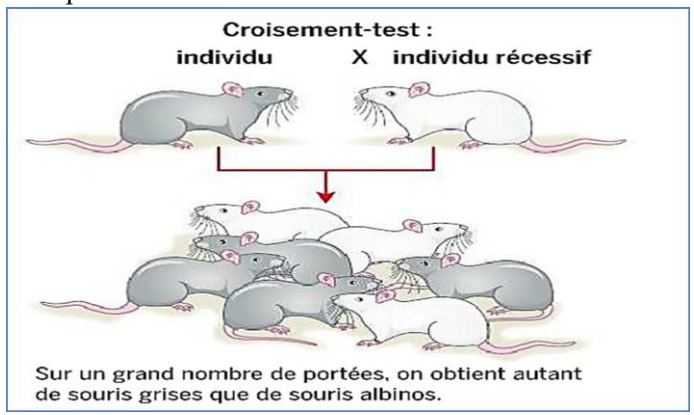
4- **Conclure** la deuxième loi de Mendel : loi de la pureté des gamètes :

Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

Doc 8 : le croisement-test (Test-Cross)

Chez la souris, la couleur du pelage est gouvernée par un couple d'allèle. Le croisement d'un individu F1 de génotype inconnu avec un Individu de phénotype récessif est appelé croisement-test (ou test-cross). L'intérêt d'un tel croisement est que le phénotype des descendants est directement à l'image des allèles transmis par l'individu
F1 (puisque les allèles de l'autre parent sont récessifs). L'étude d'un croisement-test révèle donc directement le génotype des gamètes issus de la méiose de l'individu F1.
La figure suivante représente les résultats d'un Test-Cross :



1- **Analyser** les résultats obtenus.
2- **Déterminer** le génotype de l'individu à phénotype gris ?
3- **donner** l'interprétation chromosomique des résultats de ce croisement en vous aidant d'un échiquier de croisement.
Pour ce gène de la couleur du pelage, on appelle :
G l'allèle induisant le phénotype gris
b l'allèle induisant le phénotype banc

Doc 9 : cas d'un gène non lié au sexe : Codominance

Un horticulteur a réussi à sélectionner deux lignées pures de belle de nuit qui diffèrent par la couleur des fleurs, l'une possède des fleurs rouges (phénotype sauvage), l'autre des fleurs blanches (phénotype mutant). Il effectue les croisements suivants :

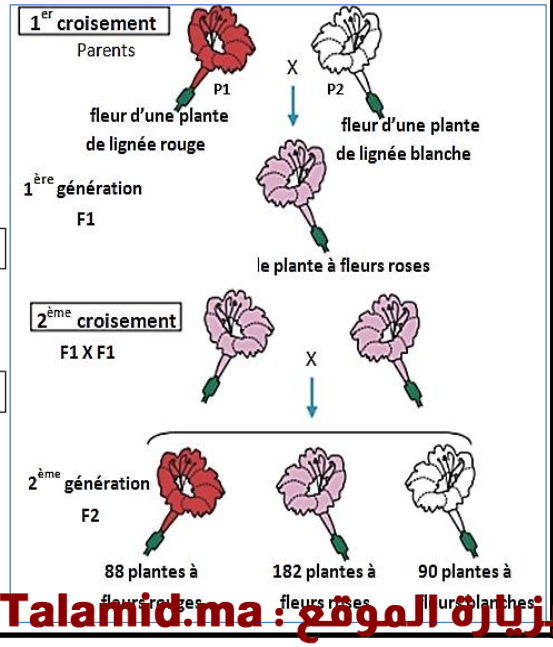
Le premier croisement

Entre les 2 lignées différentes donne une première génération F1 formée de plantes à fleurs roses.

Le deuxième croisement

Entre les individus de F1 donne une génération F2 composée de :
- **88 plantes à fleurs rouges**
- **182 plantes à fleurs roses**
- **90 plantes à fleurs blanches.**

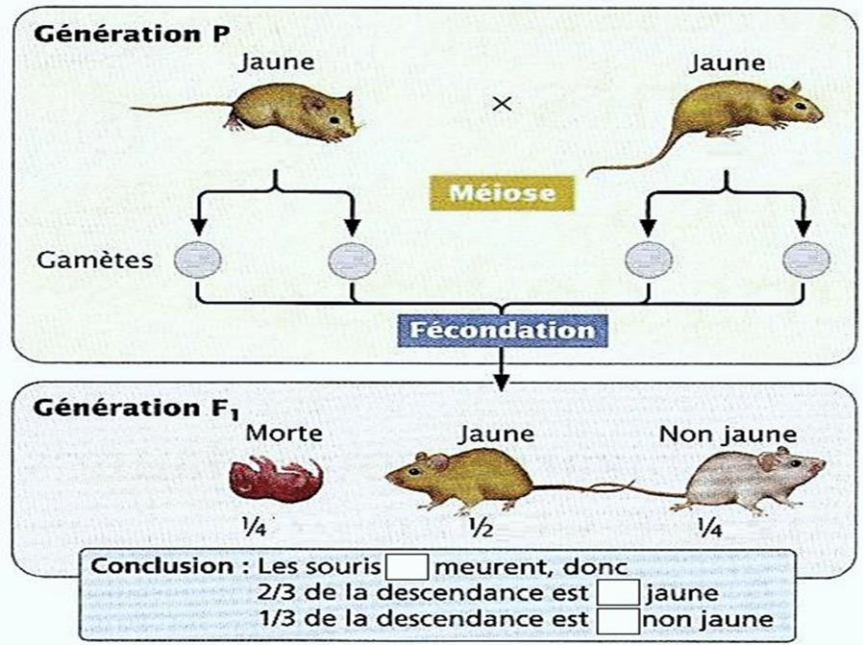
La figure ci-contre représente les résultats obtenus :



1- **Analyser** les résultats obtenus.
2- **Déterminer** le mode de transmission du caractère héréditaire étudié.
3- **Donner** l'interprétation chromosomique des résultats de ce croisement
Utilisez les symboles suivants :
« R» et « r » pour les allèles responsable de la couleur rouge.
« B » et « b » pour les allèles responsable de la couleur blanche.
4- **Conclure** la première exception des proportions Mendélienne

Doc 10 : cas d'un gène non lié au sexe : Le gène létal

Un allèle létal provoque la mort à un stade précoce du développement de sorte que certains génotypes n'apparaissent pas dans la descendance.
Le premier cas d'allèle létal rapporté est celui de la couleur jaune du pelage de la souris, décrit par Lucien Cuénot.
Dans son étude sur la transmission de la couleur jaune du pelage de la souris, un caractère dominant, le généticien Lucien Cuénot fut incapable d'obtenir une lignée pure de couleur jaune en croisant entre elles des souris jaunes. Les individus homozygotes pour l'allèle jaune mouraient parce que cet allèle déterminait la couleur jaune du pelage, mais aussi une déficience létale du développement



1- **Analyser** les résultats obtenus.
2- **Déterminer** le génotype des parents et des descendants ?
3- **donner** l'interprétation des proportions obtenues de ce croisement en vous aidant d'un échiquier de croisement.
Utilisez les symboles suivants :
« J» et « j » pour les allèles responsable de la couleur jaune.
« B » et « b » pour les allèles responsable de la couleur non jaune.
4- **Conclure** la deuxième exception des proportions Mendélienne

Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

Doc 11 : cas d'un gène lié au sexe

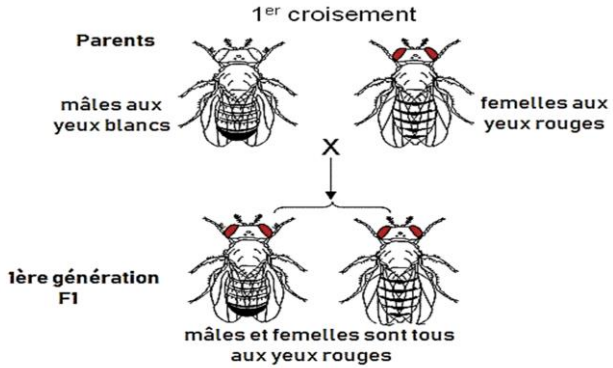
Dès 1906, on obtient chez plusieurs animaux, des résultats de croisements différents de ce qu'avaient montré Mendel, les hybrides F1 dans ce cas n'ont pas tous le même phénotype, par exemple, les femelles peuvent avoir le phénotype du père et les males celui de la mère.

Thomas Morgan propose une explication grâce à des travaux sur la drosophile.

Le caractère « couleur des yeux » se présente dans une population de drosophiles sous deux phénotypes : des yeux rouges (phénotype sauvage) et des yeux blancs (phénotype muté). Thomas Morgan réalise les deux croisements suivants :

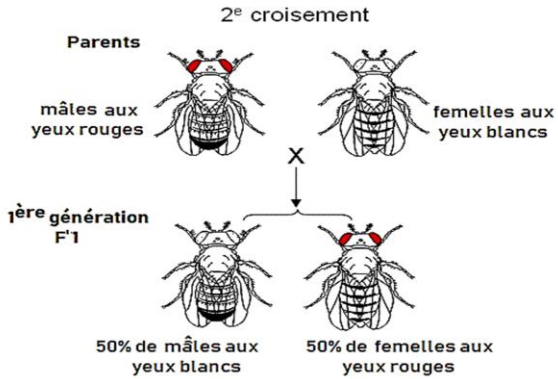
Premier croisement :

Il croise des drosophiles mâles aux yeux blancs avec des femelles aux yeux rouges ; il obtient une première génération F1 comportant des descendants aux yeux rouges.



Deuxième croisement, croisement réciproque :

Il croise des drosophiles mâles aux yeux rouges avec des femelles aux yeux blancs ; il obtient une génération F'1 comportant 50% de femelles aux yeux rouges et 50% de mâles aux yeux blancs.



Remarque : Lorsque dans une descendance, les phénotypes des mâles et des femelles sont différents pour le caractère étudié, on parle d'hérédité liée au sexe.

1- **Analyser** les résultats obtenus.

2- **Déterminer** le mode de transmission du caractère héréditaire étudié.

3-**Donner** l'interprétation chromosomique des résultats de ces croisements en vous aidant des échiquiers de croisement.

Activité 2 : Dihybridisme : étude de la transmission de deux couples d'allèle (La transmission de deux caractères)

Lorsque Mendel effectua ses croisements monohybrides sur les plants de pois, ses études portaient alors sur un seul caractère héréditaire. Mais les organismes ont plusieurs caractères : la couleur, la forme, la taille …

Voilà la question à laquelle Mendel a tenté de répondre en effectuant une nouvelle série d'expériences.

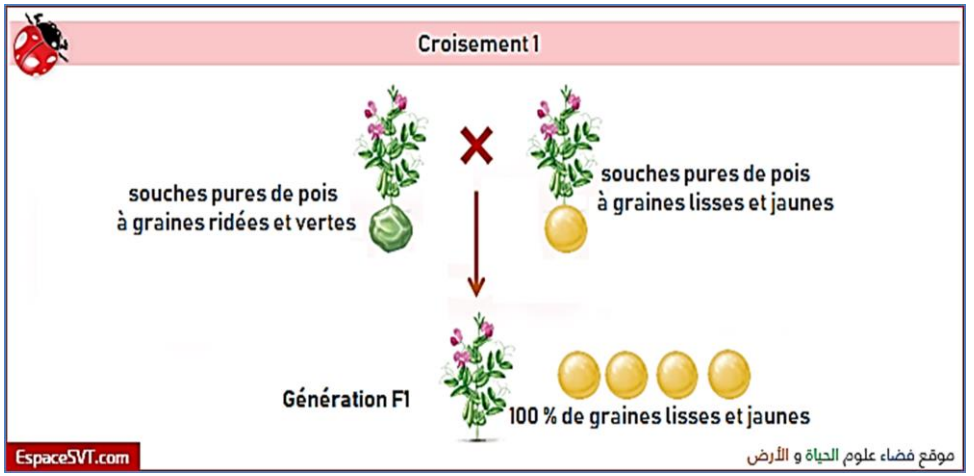
Comment la transmission de plusieurs caractères se produit-elle ?

Doc 12 : cas de deux gènes indépendants

Mendel étudie la descendance issue du croisement entre deux souches pures de pois, qui diffèrent par deux caractères : la couleur et l'aspect de la graine.

Premier croisement :

Il croise une variété à graines lisses et jaunes avec une variété à graines ridées et vertes ; il obtient une génération F1 dont toutes les graines sont lisses et jaunes. La figure suivante représente les résultats obtenus de ce croisement :



1- **En exploitant** les résultats de ce croisement, **déterminer** le mode de transmission des deux caractères héréditaires étudiés.

Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

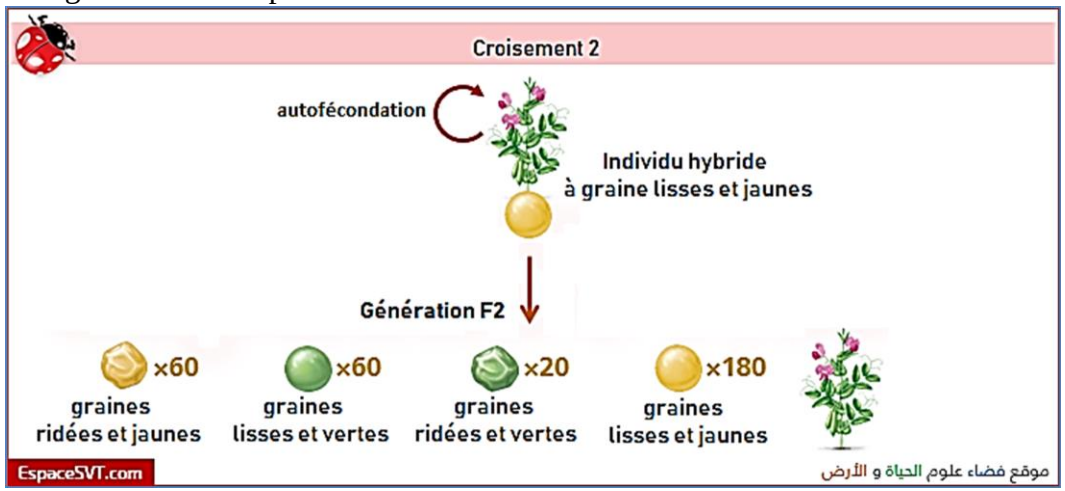
Deuxième croisement :

Mendel pratique une autofécondation chez les pois de la génération F1, il obtient en F2 quatre phénotypes :

Des combinaisons de caractères identiques à celle des parents.

Des combinaisons de caractères différents à celle des parents. Ces deux nouvelles combinaisons sont présentes chez un nombre de graines équivalent alors que les deux combinaisons parentales, elles, sont en nombres très différents.

La figure suivante représente les résultats obtenus de ce croisement :



2- **Donner** l'interprétation chromosomique du deuxième croisement en établissant l'échiquier de croisement.

Utiliser les symboles J et j pour le caractère « la couleur de la graine » et les symboles R et r pour le caractère « l'aspect de la graine »

Doc 13 : l'origine des combinaisons de caractères non parentales.

L'analyse statistique des résultats d'un croisement-test permet d'identifier les mécanismes chromosomiques du brassage génétique ainsi de savoir si les gènes sont portés par des chromosomes différents ou par un même chromosome.

- Si les résultats du test-cross engendrent quatre phénotypes en quantités égales, cela montre que les gènes sont indépendants, portés par des chromosomes différents : les individus F1 ont produit 4 types de gamètes différents avec une probabilité égale lors du brassage interchromosomique.

Doc 14 : cas de deux gènes liés

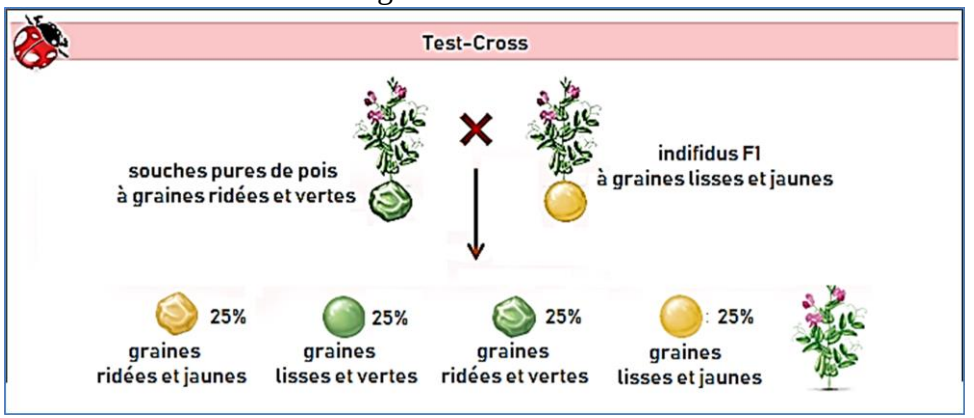
On réalise un croisement-test tout à fait comparable à celui comme avant.On s'intéresse cette fois-ci à deux caractères, l'un portant sur la longueur des ailes, l'autre sur la couleur des yeux :

- longueur des ailes : vestigiales (vg) ou normales (vg+)
-couleur des yeux : brun (br) ou rouge (br+)

Le croisement entre deux souches pures, l'une sauvage, l'autre mutante pour les deux caractères, donne des individus hétérozygotes F1 qui présentent tous un phénotype sauvage (ailes normales, yeux rouge). La figure ci-contre montre les résultats obtenus :

Croisement-Test

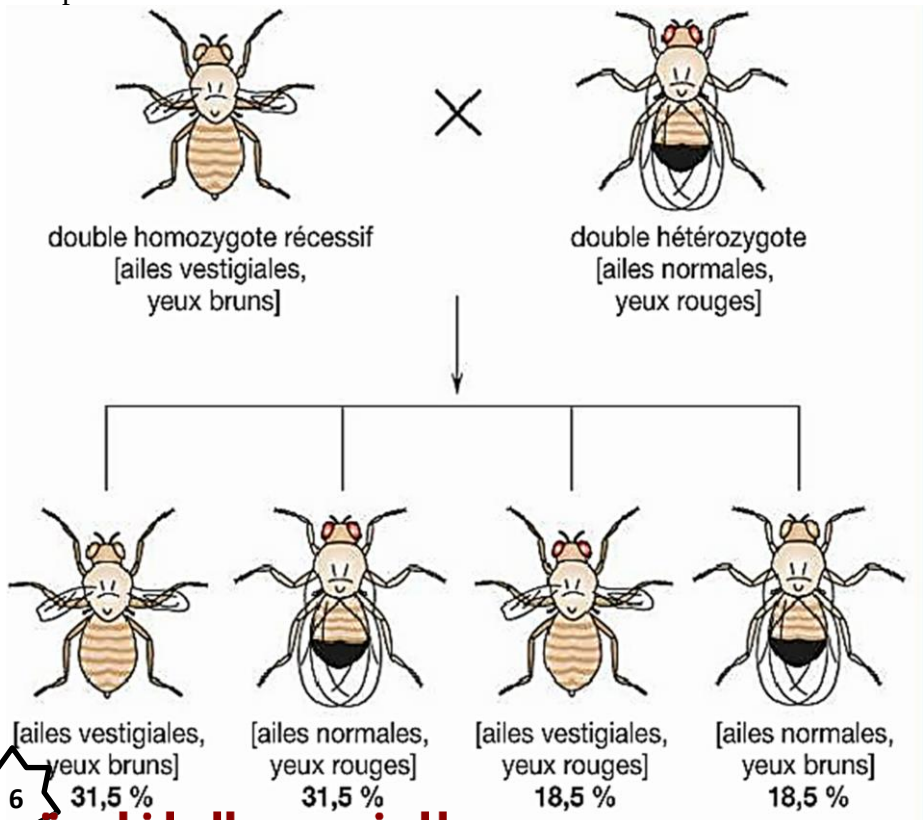
Le croisement-test entre un hybrides F1 et le parent double récessif donne les résultats montré dans la figure suivante :



1- **En exploitant** les résulats du croisement-test, **montrer**, en **justifiant** votre réponse, que les deux gènes étudiés sont indépendant.

2- **Déterminer** le phénomène reponsable de l'apparirion des phénotypes non parentales, **expliquer** ce phénomène par un schéma

3- **Conclure** la troisième loi de Mendel : loi de la ségrégation indépendante des allèles:



Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

Doc 15 : l'origine des combinaisons de caractères non parentales.

L'analyse statistique des résultats d'un croisement-test permet d'identifier les mécanismes chromosomiques du brassage génétique ainsi de savoir si les gènes sont portés par des chromosomes différents ou par un même chromosome.

- Si les résultats du test-cross donnent beaucoup plus de phénotypes parentaux que de phénotypes recombinés, cela montre que les gènes sont liés, portés par la même paire de chromosomes.
- Les phénotypes recombinés s'expliquent par le crossing-over en début de méiose, lors de la formation des gamètes des individus F1. Le faible nombre de phénotypes recombinés s'explique par le fait que le brassage intrachromosomique n'est pas systématique à chaque méiose pour les allèles considérés.

1- **Déterminer** le mode de transmission des deux caractères héréditaires étudiés.

2- **En exploitant** les résulats du croisement-test, **montrer**, en **justifiant** votre réponse, que les deux gènes étudiés sont liés.

3- **Déterminer** le phénomène reponsable de l'apparirion des phénotypes non parentales, **expliquer** ce phénomène par un schéma

Activité 3 : La Carte factorielle

Les travaux de Morgan et de ses collaborateurs ont permis d'établir les premières cartes factorielles à partir de 1913. Une carte factorielle se définit comme une représentation linéaire de l'ordre des gènes situés sur un chromosome.

De quelle façon cet ordre a-t-il pu être déterminé ?

Doc 16 : la distance entre les gènes

La carte factorielle d'un chromosome est établie à partir de l'analyse des résultats du brassage intrachromosomique. L'établissement de carte factorielle consiste à définir le nombre et la position des gènes sur les différents chromosomes.

Une étude statistique révèle que la proportion des recombinés est constante pour deux gènes liés. Elle varie selon les gènes considérés.

On interprète ces faits en admettant que :

La probabilité pour qu'un crossing-over entraîne une recombinaison entre 2 gènes est d'autant plus grande que les loci de ces gènes sont éloignés. (loci = pluriel de locus = place occupée par un gène sur le chromosome)

Le pourcentage de recombinaison (P) entre 2 gènes donnés est statistiquement constant, il mesure indirectement la distance entre les 2 loci.

P (% de recombinaison) = distance entre les 2 loci (exprimée en centimorgan cM).

C'est l'un des étudiants de Morgan, A.H.Sturtevant qui a défini une unité de distance :

$$D\ (a\text{-}b) = \frac{Nombre\ d'individus\ recombinés}{Nombre\ total\ d'individus} \times 100$$

Application :

Afin d'étudier le mode de la transmission de deux caractères héréditaires chez la Drosophile, on réalise les deux croisements suivants :

Premier croisement : entre des femelles aux yeux rouges et ailes droites (P_1) et des mâles aux yeux pourpres et ailes courbées (P_2). La première génération obtenue F_1 est constituée uniquement d'individus avec des yeux rouges et des ailes droites.

Remarque : le croisement inverse du premier croisement donne les mêmes résultats.

Deuxième croisement : entre des mâles aux yeux pourpres et ailes courbées et des femelles de F_1, la génération F_2 obtenue compte :

- 390 drosophiles aux yeux rouges et ailes droites.
- 380 drosophiles aux yeux pourpres et ailes courbées.
- 120 drosophiles aux yeux rouges et ailes courbées.
- 110 drosophiles aux yeux pourpres et ailes droites.

Utiliser les symboles R où r pour le caractère ´´couleur des yeux´´ et les symboles D où d pour le caractère ´´forme des ailes´´.

1. En **exploitant** les résultats des deux croisements, **déterminez** le mode de transmission des deux caractères héréditaires étudiés.

2. Donnez l'interprétation chromosomique du deuxième croisement en se basant sur l'échiquier de croisement.

3. Etablissez la carte factorielle des deux gènes étudiés en montrant les étapes suivies dans cette réalisation.

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma