

Génétique des diploïdes **Le Mendélisme**

Introduction:

Le Mendélisme explique la transmission des caractères héréditaires par la "théorie chromosomique" de l'hérédité. On va de monohybridisme au plurihybridisme.

Méthodologie:

Il est annoté que ce n'est pas le hasard qui a conduit Mendel à entreprendre des expériences sur les plantes mais bien ses connaissances approfondies en botanique (famille des légumineuses) et aussi par ce que les pois se prêtent particulièrement aux expériences entreprises grâce à :

- 1- Les plantes se développent en quelques semaines et leurs descendance est nombreuse.
- 2- Les plantes se reproduisent par autofécondation dans les conditions naturelles.
- 3- Les plantes se différencient les unes des autres par quelques caractères raciaux.

Mendel choisit 4 espèces du genre: *Pisum* dont il rassembla 34 variétés pour ses croisements qu'il cultiva pendant 2 ans pour s'assurer de leur pureté

Il affirma demeurent toute constante.

Méthode employée pour un croisement chez les plantes à fleurs:

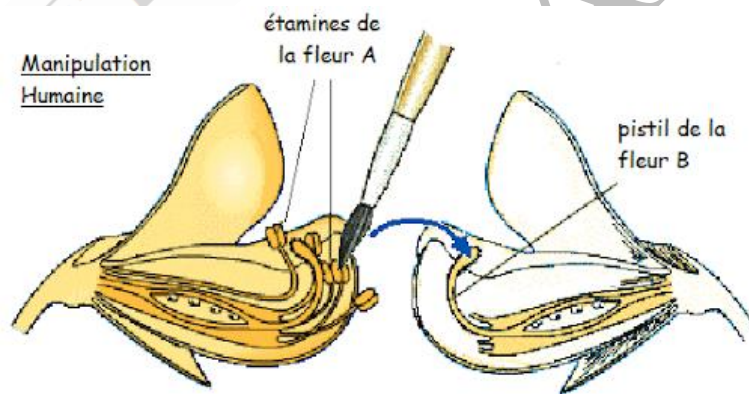


Diagramme représentant les organes reproducteurs des fleurs de 2 individus.

Il procède par une pollinisation artificielle pour obtenir des hybrides de 2 plantes donc pour se faire, on coupe les étamines d'une fleur de variété B avant leur pureté, puis on enveloppe cette fleur d'une gaze fine pour éviter l'apport du pollen étrangers et inconnus lorsque les stigmates des pistils la plante ♀ est prête à recevoir le pollen (mature) on enlève un instant la gaze protectrice et on porte sur les stigmates avec un pinceau le pollen sur la fleur de variété A. La graine ensuite produite par la plante ♀ résulte d'un croisement.

- Les plantes se développent normalement

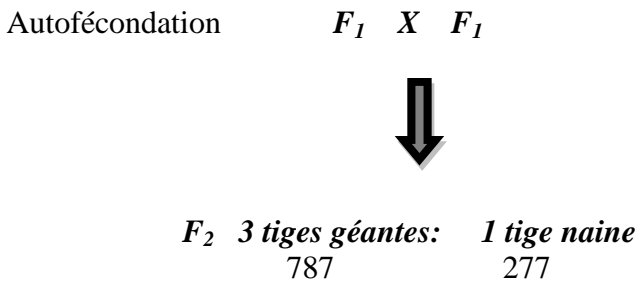
Croisement monohybride:

Exemple: tige (géante) X tige (naine)



F₁: 100% tige géante
1^{ère} génération (first filial)

- Les graines obtenues par croisement de la génération des parents (race pure ou P₁) furent semées l'année suivante et donner une génération homogène appelée: F₁
- Mendel constata encore que toutes les plantes ont des tiges géantes et qualifia de **Dominante** le caractère qui est manifesté (tige géante) et de **récessif** celui qui n'est pas manifesté (tige naine)

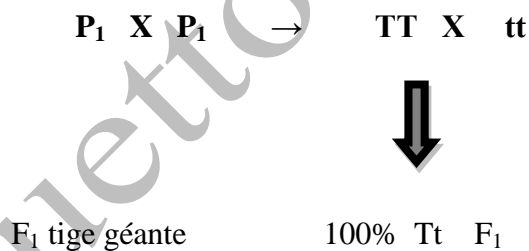


- Les graines obtenues des plantes F₁ par autofécondation furent semées l'année suivante produisent la 2^{ème} génération filial, dans cette génération les 2 caractères impliqués dans le croisement se manifestent puisque cette progéniture est constitué par 787 tiges géantes et 277 tiges naines. Mendel constata que F₂ était constitué 2,84 ≈ 3 tiges géantes et 1,16 tige naine rapport 3 à 1.

Interprétation du Mendel:

On étudiant les résultats du croisement, Mendel forme l'interprétation suivante:

- Les caractères héréditaires sont déterminés par des facteurs héréditaires de nature inconnue qui sont transmis par l'intermédiaire des gamètes.
- Un parent ne transmet que l'un de ces facteurs à n'importe quelle de ces descendance.
- Le facteur qui est transmis à un moment donné n'est purement question du hasard.
- Les plantes F₁ possèdent sans doute un facteur déterminant la tige géante et un facteur déterminant la tige naine, puisque ce facteur a dû passer par elle à la 2^{ème} génération.
- La génération F₁ est homogène Les individus se ressemblent → **1^{ère} génération d'hybride est homogène**
- C'est la plante du F₁ possède 2 facteurs un déterminant la tige géante et l'autre la tige naine. On représente alors le facteur dominant par **T** et celui qui est responsable de tige naine récessive par **t** donc:



La pureté des lignées si les plantes à tiges géantes du p₁ nous donnent que des tiges géantes après autofécondation (après 2 ans) si que ces 2 facteurs sont identiques sa formule est TT, le même raisonnement pour les plantes à tiges naines → tt.

Dans la F₂ constituée par :

1	2	1
:	:	
Tige géante	tige géante	tige naine
Pure	impure	pure

Le rapport 1:TT ; 2: Tt; 1: Tt du F2 résulte sans doute des combinaisons du facteur transmis par les gamètes:

Gamètes femelles T + t

Gamètes males T + t

$$\begin{array}{c} TT + Tt \\ Tt + tt \end{array}$$

$$1 TT + 2 Tt + 1 tt$$

Puisque les plantes qui ont produits les gamètes avait pour composition Tt, il faut donc dire **que les 2 unités qui constituent une paire du facteur se séparent au moment de la formation des gamètes, afin de ses derniers ne contiennent que l'un ou l'autre de ses unités.**

Voilà l'essentiel des raisonnements que doit faire Mendel pour arriver à la loi de ségrégation.

Méthodologie.

On connaît chez la drosophile plusieurs souches mutantes qui différencient par la couleur des yeux et du corps, la forme des yeux et des ailes, la présence des antennes.

On choisit des lignées qui différencient par un seul de ces caractères.

Lorsqu'on réalise un croisement entre une mouche mutante avec des mouches sauvages, on obtient une F₁ entièrement **sauvage**.

Les mouches F₁ croisées entre elles donnent une F₂ composée de 2 phénotypes sauvages et mutants (vestigiale) dont les rapports sont 3 : 1.

Parents : ♀ sauvage X ♂ mutant aile courte

$$Vg^+ Vg^+ \quad X \quad Vg Vg$$

Gamètes : Vg^+ Vg

F₁ $Vg^+ Vg$

F₂ : F₁ x F₁ $Vg^+ Vg \quad X \quad Vg^+ Vg$

Gamètes : $1/2 Vg^+ \quad 1/2 Vg \quad X \quad 1/2 Vg^+ \quad 1/2 Vg$

F₂ : $1/4 Vg^+ Vg^+ \quad 1/2 Vg^+ Vg \quad 1/4 Vg Vg$

On interprète ces résultats en admettant que le couple de caractère correspondants au développement des ailes est contrôlé par un gène autosomique qui existe sous 2 formes alléliques Vg⁺ et Vg .

Chez les individus diploïdes telles que P₁, F₁, F₂ les gènes sont en double exemplaire, dont les 2 parents sont homozygotes 100% Vg⁺, Vg. Le caractère alternatif Vg, Vg apparaît seulement en F₂ avec une proportion de 1/4, Cela explique qu'il est ni perdu, ni modifié.

La méiose des mouches F₁ donne 2 sortes de produit méiotique en nombre égal 25% pour chacun. Donc, les allèles Vg⁺, Vg obéissent au **principe de la ségrégation indépendante**.

Vérification expérimentale par croisement tests:

Les mouches sauvages sont homozygotes ou bien hétérozygotes, Donc les 2/3 des descendants F₂ de phénotype dominant doivent être hétérozygote et le 1/3 homozygote, cela est vérifié par test-cross qui consiste à croiser l'hybride F₂ par l'homozygote récessif donc, le phénotype des descendants sera déterminé par l'allèle fourni par les parents.

Croisement Testée testeur mutant
 ♀ Vg+ -- X ♂ Vg Vg

1^{er} Cas descendance du TC 100% sauvages
 → ♀ Testée Vg⁺ Vg⁺

2^{ème} Cas ♀ Vg+ -- X ♂ Vg Vg
 Descendance du TC 50% sauvages, 50% mutants
 → ♀ Testée Vg⁺ Vg

L'absence de dominance:

Mendel a effectué un croisement entre des fleurs de la couleur rouge et des fleurs de la couleur blanche. Il constata que la F₁ il y a absence de dominance puisque ce n'est ni l'un ni l'autre des caractères impliqués qui se manifestent mais un caractère nouveau **couleur rose**. La F₂ obtenue par croisement des plantes de la F₁ révèle que les rapport phénotypique sont: un individu à fleur rouge: 2 fleur rose: et 1 fleur blanche.

- Le pigment rouge → est déterminé par un facteur héréditaire qu'on peut représenter par R.
- L'absence du pigment est déterminé par l'allèle de ce facteur qu'on peut représenter par R'.
- Le pigment rouge → RR
- L'absence de pigment blanc → R'R'
- Lorsque les 2 allèles s'associés RR' le pigment produits est rose.
- La dominance de l'un des 2 facteurs n'existe pas dans ce cas le caractère produit est tout de fait différent des 2 caractères parentaux.

Parent: fleur rouge X fleur blanche

Gamètes:

	R	R'
R	RR	RR'
R'	RR'	R'R'

F₂ : 1 rouge : 2 roses : 1 blanche

La codominance:

Il y a une codominance lorsque les 2 allèles associé produisent chacun un caractère particulier. Chez l'homme les groupes sanguins sont déterminés par 3 allèles principaux I^A, I^B, I^O.

On remarque que le I^A et le I^B domine le I^O mais lorsque le I^A et I^B sont associés il y a codominance puisque les produits respectifs des 2 allèles sont tous les 2 présents:

Génotype	Phénotype ou groupes sanguins
$I^A I^A$	A
$I^O I^A$	A
$I^B I^B$	B
$I^O I^B$	B
$I^A I^B$	AB
$I^O I^O$	O

Interprétation lorsque les 2 gènes sont situés sur 2 chromosomes différents:

Ils sont génétiquement indépendants donc les 2 paires d'allèles se séparent indépendamment, cette ségrégation indépendante résulte de la disposition aléatoire des bivalents à la métaphase I sur la plaque équatoriale et leur séparation indépendante à l'anaphase I.

Exemple: 2 caractères indépendants chez la drosophile on pratique un croisement entre 2 souches de drosophile qui diffèrent par 2 gènes.

Un 1^{er} gène: il contrôle la longueur des ailes il possède les 2 allèles Vg^+ conduit à des ailes normales et Vg conduit à des ailes Vestigiales

Un 2^{ème} il contrôle la couleur du corps, il possède les 2 allèles eb^+ conduit à la couleur grise et eb conduit à la couleur noire.

Parents: $Vg^+ Vg^+ eb^+ eb^+$ X $Vg Vg eb eb$

Gamètes : $Vg^+ eb^+$ $Vg eb$

F_1 $Vg^+ Vg eb^+ eb$ F_1 100% Sauvage ailes normales, corps gris.

F_2 : F_1 x F_1 $Vg^+ Vg eb^+ eb$ X $Vg^+ Vg eb^+ eb$

Gamètes : $1/4 Vg^+ eb^+$ $1/4 Vg^+ eb$ $1/4 Vg eb^+$ $1/4 Vg eb$ X $1/4 Vg^+ eb^+$ $1/4 Vg^+ eb$ $1/4 Vg eb^+$ $1/4 Vg eb$

$F_2 = F_1$ X F_1

$Vg^+ Vg eb^+ eb$ X $Vg^+ Vg eb^+ eb$

1/ Tableau de génotype F_1 X $F_1 = F_2$

	$1/4 Vg^+ eb^+$	$1/4 Vg^+ eb$	$1/4 Vg eb^+$	$1/4 Vg eb$
$1/4 Vg^+ eb^+$	$Vg^+ Vg^+ eb^+ eb^+$ 1/16	$Vg^+ Vg^+ eb^+ eb$ 2/16	$Vg^+ Vg eb^+ eb^+$ 2/16	$Vg^+ Vg eb^+ eb$ 4/16
$1/4 Vg^+ eb$	$Vg^+ Vg^+ eb^+ eb$	$Vg^+ Vg^+ eb eb$ 1/16	$Vg^+ Vg eb^+ eb$	$Vg^+ Vg eb eb$ 2/16
$1/4 Vg eb^+$	$Vg^+ Vg eb^+ eb^+$	$Vg^+ Vg eb^+ eb$	$Vg Vg eb^+ eb^+$ 1/16	$Vg Vg eb^+ eb$ 2/16
$1/4 Vg eb$	$Vg^+ Vg eb^+ eb$	$Vg^+ Vg eb eb$	$Vg Vg eb^+ eb$	$Vg Vg eb eb$ 1/16

2/ Tableau de phénotype:

	Ailes normales 3/4	Ailes vestigiales 1/4
Corps gris 3/4	Ailes normales 9/16 Corps gris	Ailes vestigiales 3/16 Corps gris
Corps noir 1/4	Ailes normales 3/16 Corps noirs	Ailes vestigiales 1/16 Corps noirs

L'hérédité liée au sexe

- Les chromosomes sexuels:

1- Les males hétérogamétiques: Lorsqu'on examine les caryotypes de divers espèces animales on observe souvent qu'une du chromosome fait exception à la règle d'homologie qu'il s'agit des chromosomes sexuelles **hétérosome** chez la drosophile on distingue 3 paires d'autosomes et une paire de chromosome sexuelle. Chez la femelle les 2 chromosomes sexuelle sont homologues xx par contre chez le male il ne le sont pas xy.

Les mêmes mécanismes se rencontre chez l'espèce humaine, la cellule comporte 22 paires d'autosomes et xx chez la femme et 22 paires d'autosomes et xy chez l'homme.

Donc pour ce type de mécanisme type xy les males sont hétérogamétiques et les femelles sont homogamétiques. Ainsi chez certains insectes les males sont hétérogamétiques, il s'agit d'un mécanisme type XO.

Insectes	♀	♂
	XX	XO
Gamètes	X	X O

2- Les males homogamétiques:

On rencontre un phénomène inverse chez certaines espèces ou les males sont homogamétiques. Et les femelles sont hétérogamétiques le mécanisme de détermination du sexe ZO et ZW.

Chez les oiseaux et les poissons, les femelles ont un chromosome similaire au chromosome Y chez les males. On désigne les chromosomes sexuels par Z et W au lieu de X et Y.

Chez les poules domestiques ce sont les ♀ sont hétérogamétiques ZO et les males sont homogamétiques ZZ.

Poule	♀ZO	♂ZZ
Oiseaux	♀ZW	♂ZZ

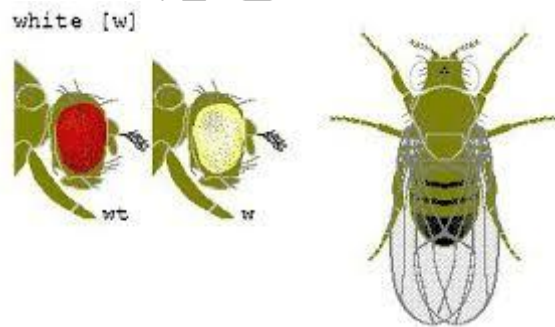
On dit qu'un gène est lié au sexe quand il est localisé sur le chromosome X des mammifères et la drosophile ou bien sur le chromosome Z des oiseaux et des poulets.

Les chromosomes X et Y sont partiellement homologues, car ils possèdent une petite région homologue (région de synapsis) par lequel s'effectue entre les X et les Y. Un gène porté par la partie différentielle de l'X n'existe qu'en 1 seul exemplaire dans le sexe hétérogamétique.

*** cas de la drosophile:**

Le 1^{er} gène lié au sexe a été trouvé chez la drosophile, il s'agit de la mutation de la mutation white. L'allèle mutant récessif W entraîne une coloration blanche de l'œil qui présente normalement une pigmentation rouge W⁺.

Lorsqu'on croise des femelles aux yeux blancs (femelles mutantes) avec des males aux yeux rouges sauvages toute la descendance male à des yeux blancs par contre toute la descendance femelle a des yeux rouges.



Interprétation : On interprète ces résultats en admettant que l'X des males n'est jamais transmis à leurs fils. Donc, ces derniers héritent les caractères de leur mère. Donc l'X des males sera transmis qu'à la descendance femelle et ce n'est qu'à la génération suivante que cet X sera transmis aux descendants males par l'intermédiaire du canal femelle.

Chez la drosophile comme d'ailleurs dans l'espèce humaine le chromosome Y est entièrement hétérochromatique et vide de gène,

* **Cas de l'homme:** Les mutations les plus connues des gènes portés par les chromosomes sexuels sont l'*hémophilie* "maladie héréditaire caractérisée par l'incapacité du sang de se coaguler" et le *Daltonisme* "Anomalie de la vue qui empêche la distinction de certaines couleurs, notamment le rouge et le vert".

Définition de l'arbre généalogique "liste des membres d'une famille" Pedigree:

On appelle pedigree l'enregistrement des caractéristiques de tous les individus d'une même famille à partir d'un couple donné. L'arbre généalogique s'établit de haut en bas en commençant par les ancêtres les plus lointains. Chaque génération doit figurer sur une même ligne horizontale et elle est désignée par les chiffres romains ou bien des lettres majuscules et à l'intérieur de chaque génération une quantité de symboles différents peuvent être utilisés.

Généralement les femelles sont symbolisées par des cercles O. Les hommes par des carrés □ .

Une ligne horizontale entre 2 individus représente un croisement ou union

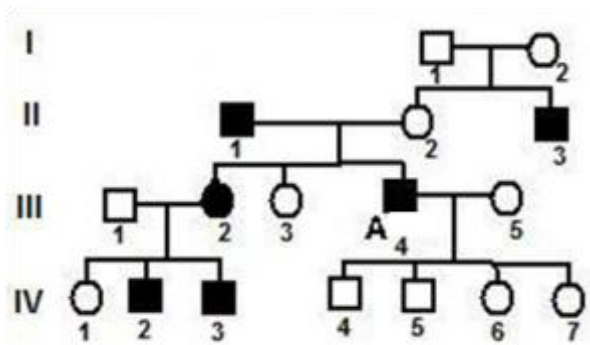
Symboles utilisés pour la réalisation des arbres généalogiques

Individu de sexe masculin	□	Nombre d'enfants	⑤ □
Individu de sexe féminin	○	Individus atteints	■ ●
Sexe non connu	◇	Individus décédés	◻ ◯

Exemple N°1:

Mr «A» atteint par cette maladie, alors que sa mère et sa sœur ne sont pas atteintes. Son père et sa deuxième sœur sont daltoniens, cette dernière a 3 enfants; deux fils atteints et une fille non atteinte. Mr «A» a deux fils et deux filles qui ne sont pas atteints. La mère de Mr «A» a un frère daltonien, alors que ses grands parents maternels sont sains.

- Réaliser le pedigree de cette famille.



Exemple N°2: Cas de la poule

Il existe chez la poule un gène barré qui donne aux animaux un plumage gris (plumage noir barré de blanc), si on effectue deux croisements réciproques les résultats de la F2, se diffèrent de l'un de l'autre.

1^{er} croisement:

♂ Noir X ♀ barré

F1 : 50% ♂ barré 50% ♀ noir

F2 : F1 X F2
25% ♂ barré, 25% ♀ barré, 25% ♂ noir, 25% ♀ noir

♂ P. Noir X ♀ P. barré
 Z^bZ^b Z^BO

Gamètes: Z^b Z^B O

F1 : 50% ♂ Z^BZ^b 50% ♀ Z^bO

F2 : F1 X F2

Gamètes	Z^B	Z^b	Z^b	O
	♂ Z^BZ^b	♂ Z^bZ^b	♀ Z^BO	♀ Z^bO
	25% barré	25% noir	25% barré	25% noir

2^{ème} croisement

F1: ♂ Barré X ♀ noir
50% ♂ barré, 50% ♀ barré

F2: F1 X F1
50% ♂ Barré, 25% ♀ barré, et 25% ♀ noir

♂ Barré X ♀ noir

Z^BZ^B Z^bO

Gamètes Z^B Z^b O

F1 ♀ Z^BO ♂ Z^BZ^b
50% barré 50% noir

F2 F1 X F1

♀ Z^BO ♂ Z^BZ^b

Gamètes Z^B O Z^B Z^b

F2 Z^BZ^B Z^BO Z^BZ^b Z^bO

50% ♂ Barré, 25% ♀ barré, et 25% ♀ noir

Interprétation:

Ces résultats s'expliquent en admettant que le gène qui gouverne le caractère barré et dominant et lié au sexe pour ce type de mécanisme. Les femelles sont hétérogamétiques et les mâles sont homogamétiques ainsi que le plumage noir est gouverné par un gène récessif.

Etablissement des cartes génétiques:

Les individus de drosophiles *melanogaster* existent dans la nature avec le même caractère:

- Les yeux circulaires et rouges, ailes longues, corps gris (caractère de type sauvage sont représenté par B⁺)
- Les yeux très étroits et les ailes vestigiales et les corps noirs (caractère de type récessif)

L'ordre linéaire des gènes liés et la détermination des distances qui sépare les gènes.

$$\text{♀ } \frac{\text{Vg}^+\text{Cn}^+}{\text{Vg Cn}} \quad \text{X} \quad \text{♂ } \frac{\text{Vg Cn}}{\text{Vg Cn}}$$

Phénotype de la progéniture

Phénotype	Nombre
Vg ⁺ Cn ⁺ ailes longues, yeux circulaires	200
Vg ⁺ Cn ailes longues, yeux Cinabre	19
Vg Cn ⁺ ailes vestigiales, yeux circulaire.	26
Vg Cn ailes vestigiales, yeux Cinabre	206/ 451

$$\text{♀ } \frac{\text{Vg}^+\text{b}^+}{\text{Vg b}} \quad \text{X} \quad \text{♂ } \frac{\text{Vg b}}{\text{Vg b}}$$

Phénotype de la progéniture

Phénotype	Nombre
Vg ⁺ b ⁺ ailes longues, corps gris	152
Vg ⁺ b ailes longues, corps noir	35
Vg b ⁺ ailes vestigiales, corps gris.	31
Vg b ailes vestigiales, corps noir	147/ 365

Les résultats obtenus dans ces 2 tests cross indiquent qu'il y a un linkage incomplet.

Les classes les plus nombreuses (Vg⁺Cn⁺, Vg Cn) du test cross 1 et (Vg⁺b⁺, Vg b) du test cross 2 sont nommées combinaison parentale.

Etablissement des cartes génétiques:

Le crossing-over se fait au hasard sur toute la longueur de chromosome la détermination de fréquence de ce phénomène par l'intermédiaire de pourcentage de recombinaison peut donc servir à calculer la distance qui sépare les gènes.

Test cross 1:

$$\text{Distance entre Vg et Cn} = \frac{(19 + 26) \times 100}{451} = 9,9\% = 9,9 \text{ centi morgan}$$

Test cross 2:

$$\text{Distance entre Vg et b} = \frac{(35 + 31) \times 100}{365} = 18,1\% = 18,1 \text{ centi morgan}$$

GUETTOUNCHI AHLEM

Guettouchi Ahlem