

Cinquième partie : L'hérédité

Thème 12 : Génétique

Leçon 01 : LOIS STATISTIQUES DE LA TRANSMISSION DES CARACTERES HEREDITAIRES

INTRODUCTION

La génétique est une science récente qui étudie la transmission des caractères héréditaires. C'est une notion familière que certains considèrent jusque-là comme une force mystérieuse dispersant, sans aucune règle, ressemblances et dissemblances. Elle obéit cependant à des lois établies grâce aux travaux de certains chercheurs comme Mendel, Morgan etc.

I- DEFINITION DE QUELQUES NOTIONS

Tous les caractères de l'individu sont déterminés par son patrimoine génétique c'est-à-dire ses chromosomes. Ces derniers sont constitués d'ADN et de protéines.

Le gène est une séquence nucléotidique d'ADN ou fragment de chromosome déterminant un caractère donné (exemple : le gène responsable de la couleur des yeux).

Le locus est la position précise d'un gène sur les chromosomes homologues.

Les allèles sont les diverses formes d'expressions d'un même gène (exemple : yeux rouges, yeux blancs etc.).

Le génotype est l'ensemble des caractères héréditairement transmissibles (exprimés et non exprimés).

Le phénotype est l'ensemble des caractères visibles (exprimés) de l'individu

II-LE MONOHYBRIDISME

On parle de monohybridisme lorsqu'on étudie la transmission d'un seul caractère chez les individus croisés.

On appelle **lignée pure** des individus obtenus après plusieurs croisements à partir d'une population sélectionnée de telle sorte qu'on obtienne de génération en génération un ou des caractères invariables.

II.1. Exemple du maïs

Mendel cultive deux lignées pures de maïs différentes par la couleur du grain (caractère) : l'une à grains jaunes (allèle jaune), l'autre à grains noires (allèle noir).

a. Obtention de la 1^{ère} génération

Mendel sème ces deux lignées dans des parcelles différentes. A la floraison, il procède à la pollinisation croisée en fécondant les fleurs d'une lignée par le pollen de l'autre. Après fructification, il récolte les épis portant chacun de nombreux grains dont l'ensemble constitue la 1^{ère} génération nommée F1. Il constate que **tous les grains sont noirs**.

b. Obtention de la 2^{ème} génération

Mendel sème tous les grains de la F₁. Lorsque les plantes arrivent en maturité, il laisse se réaliser l'autopollinisation ou la pollinisation croisée. Après fructification, il obtient sur chaque pied des épis

dont l'ensemble des grains constituent la 2^e génération F₂. Il constate que sur chaque épi, il y a des **grains noirs et des grains jaunes**. Le comptage des grains jaunes et noirs de quelques épis donne les résultats suivants :

Epis	Nombre total de grains	Nombre de grains noirs	Nombre de grains jaunes
1 ^{er} épi	307	232	75
2 ^{ème} épi	257	190	67
3 ^{ème} épi	177	135	42
Total des 3 épis	741	557	184

- Δ Calculer le pourcentage de chaque type de grain sur chaque épi
 Δ Donner le pourcentage moyen de chaque type de grain

c. Analyse et interprétation des résultats

Le croisement entre les individus de lignées pures donne F₁ constituée d'individus tous semblables. On dit que la 1^{ère} génération est homogène ou uniforme: c'est la 1^{ère} loi de Mendel ou loi d'uniformité de la première génération.

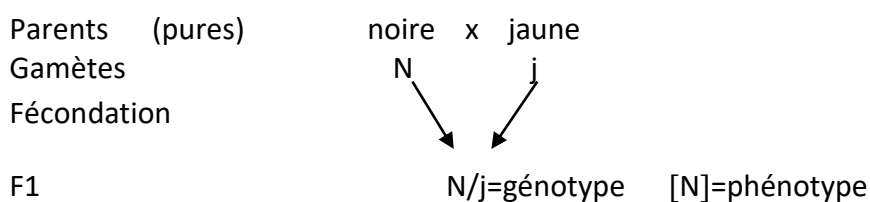
En F₂, la couleur jaune qui avait disparu en F₁ réapparaît. Donc cette couleur existait chez les individus de la F₁ mais sous forme non exprimée ou cachée. On dit que jaune est récessif par rapport à noire qui est dominant.

On peut symboliser jaune=j et noire=N

- Comment se forment les individus à partir de leurs parents ?

Réponse :

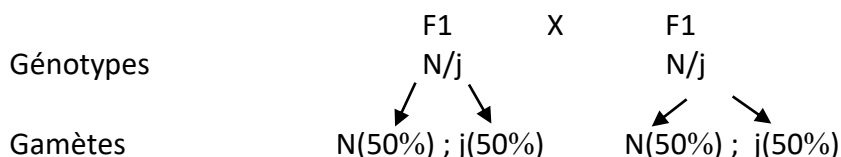
Les étant les seuls liens entre les générations successives, on doit admettre qu'ils sont porteurs des facteurs héréditaires qui s'expriment sous forme de caractères chez les individus.



Les individus de la F₁ sont dits hybrides ou hétérozygotes car ils contiennent à la fois les 2 allèles différents du même gène.

Remarque : Si les deux allèles du même gène sont identiques, l'individu est dit homozygote et produit un seul type de gamète.

Les proportions de la génération F₂ peuvent alors s'expliquer en considérant que les facteurs héréditaires (allèles) se sont séparés au cours de la formation des gamètes (chez l'hybride F₁) de telle sorte que chaque gamète porte avec lui un seul facteur. C'est la loi de la pureté des gamètes : 2^e loi de Mendel



Les proportions de la génération F₂ sont obtenues en réalisant un tableau appelé échiquier de croisement

Gamète ♂		
Gamète ♀		

--	--	--

F₂ : [N]=; [j]=.....

Ces résultats sont conformes aux résultats expérimentaux

d. Notion test-cross (ou croisement test)

Il permet de déterminer le génotype d'un individu de phénotype connu (testé). Pour cela, on le croise avec un individu homozygote récessif (**individu testeur**). Ainsi, le parent homozygote ne fournit qu'une seule catégorie de gamètes et comme ces gamètes ne portent que l'allèle récessif, le phénotype des descendants sera uniquement déterminé par l'allèle fourni par l'individu à tester.

Exemple : Un croisement chez le maïs a donné les résultats suivants.

Parents:.....

Gamètes Parents:.....

F₁ :

F₂ :

Les grains noirs de F₂ sont-ils hybrides, comme ceux de F₁, ou de race pure, comme ceux des parents noirs ?

Pour répondre à cette question, il faut croiser ces grains avec les parents récessifs jaunes. On peut avoir deux types de résultats :

1er cas : grain noir à tester X testeur

? ×

Résultats : Tous les grains sont noirs.

Conclusion :
.....

gamètes du testeur	gamètes du testé	

2ème cas : grain noir à tester X testeur

? ×

Résultats : 50% de grains jaunes et 50% de grains noirs.

Conclusion :
.....

gamètes du testeur	gamètes du testé	

Remarque : Dans un test-cross, si le testeur est le propre parent du testé, on parle de back-cross ou croisement retour.

11.2. Exemple des belles de nuit

EXERCICE

Le croisement de 2 lignées pures de belles de nuit, l'une à fleurs rouges, l'autre à fleurs blanches donne en F₁ une génération à fleurs roses.

Les individus de la F_1 croisés entre eux donnent les résultats suivants : 25% d'individus à fleurs rouges, 50% d'individus à fleurs roses et 25% d'individus à fleurs blanches.

Interprétez les résultats expérimentaux

SOLUTION

[illegible]

III.LE DIHYBRIDISME

On parle de dihybridisme lorsqu'on étudie 2 caractères chez les individus croisés.

III.1 Cas d'une double dominance

EXEMPLE DU POIS

1. Expérience (Les travaux de Mendel)

On croise 2 lignées pures de pois, l'une à graine jaunes et lisses, l'autre à graines ridées et vertes. En F₁, on obtient 100% de graines lisses et jaunes.

Le croisement entre F_1 donne une F_2 comportant sur un total de 556 graines les proportions suivantes :

-315 graines jaunes et lisses

- 108 graines vertes et lisses
- 101 graines jaunes et ridées
- 32 graines vertes et ridées

Exprimer les effectifs obtenus en pourcentage (%) puis comparer-les aux proportions (9/16 ; 3/16 ; 3/16 et 1/16)

Ces proportions sont constantes, et plus le nombre de graines examinées augmente, plus on se rapproche des proportions (9/16 ; 3/16 ; 3/16 et 1/16).

Ces résultats statistiques sont caractéristiques du dihybridisme.

2. Interprétation des résultats

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Gamète ♂ gamète ♀				

Décompte des proportions phénotypiques :

.....

Ces résultats montrent que pendant la formation des gamètes, les allèles de chaque caractère se séparent et s'associent de manière indépendante aux allèles de l'autre caractère: on parle ainsi de disjonction indépendante des allèles. C'est la 3^e loi de Mendel.

3. Etude du test-cross

On croise un individu F₁ avec un individu double récessif. On obtient les résultats suivants :

- [JL] =25%
- [Jr] =25%
- [vL] =25%
- [vr] =25%

Interprétez ces résultats après avoir donné les génotypes possibles de cet individu F₁

SOLUTION

.....

.....

.....

Gamète du testé				
Gamète du testeur				

[illegible]

IV- INTERPRETATION CHROMOSOMIQUE

Les chromosomes sont le support des caractères héréditaires. Ils portent donc les allèles responsables de ces caractères. L'interprétation chromosomique est une interprétation qui tient compte de la représentation des allèles sur les chromosomes.

IV-1-INTERPRETATION CHROMOSOMIQUE DU MONOHYBRIDISME

Donner l'interprétation chromosomique des résultats dans l'exemple du maïs.

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

IV-2-INTREPRETATION CHROMOSOMIQUE DU DIHYBRIDISME

Donner l'interprétation chromosomique des résultats dans l'exemple du pois

Remarques

Les travaux de Morgan ont permis d'établir le mode de transmission des caractères liés aux chromosomes sexuels. Ces travaux portent sur la drosophile (mouche du vinaigre) dont le caryotype est très réduit ($2n=8$) avec 3 paires d'autosomes et une paire de gonosomes ou chromosomes sexuels.

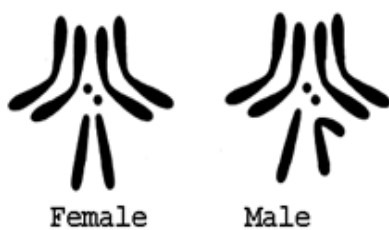


Figure 01

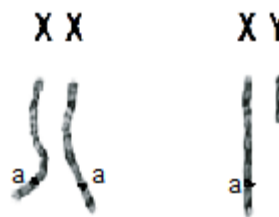


Figure 02

Chez le mâle, les gonosomes sont XY ; il est donc **hétérogamétique**

La femelle comporte XX et est dite **homogamétique**.

EXERCICE

1. On croise une drosophile **femelle** de type sauvage **aux yeux rouges** et un mâle de type mutant aux yeux blancs. En F_1 , toutes les drosophiles ont des yeux rouges avec 50% de mâles et 50% de femelles.
2. On croise une drosophile **femelle aux yeux blancs** et une drosophile mâle aux yeux rouges.

SOLUTION

[illegible]

EXERCICE

-41,5% de drosophiles au corps gris et ailes longues

- 41,5% de drosophiles au corps black et ailes vestigiales
- 8,5% de drosophiles au corps gris et ailes vestigiales
- 8,5% de drosophiles au corps black et ailes longues

INTERPRETATION

Crossing-over (échange de fragments).

Remarque : chez le mâle de la drosophile, il ne se produit pas de crossing-over

VI-POURCENTAGE DE RECOMBINAISON ET CARTE FACTORIELLE

VI-1-Pourcentage de recombinaison

Le pourcentage de recombinaison est la somme des pourcentages des nouveaux phénotypes. Dans le cas ci-dessus, il est de

VI-2-Carte factorielle

C'est la localisation linéaire relative des gènes (ou facteurs héréditaires) sur les chromosomes de l'espèce considérée.

Elle est établie à partir des travaux de Morgan qui traduit le pourcentage de recombinaison en unité de distance appelée le centimorgan (cM). Selon ce chercheur, 1 % $\longrightarrow$ 1 cM

Il est donc possible de déterminer la distance qui sépare 2 gènes sur le même chromosome.

Dans l'exemple que nous avons, les 2 gènes étudiés sont distants de cM. On peut ainsi représenter la carte factorielle comme suit :

Carte factorielle

Exercice 1

On croise des drosophiles femelles hétérozygotes pour les deux gènes récessifs b (corps noir) et vg (ailes vestigiales), avec des mâles au corps noir et aux ailes vestigiales. La descendance comprend :

- ✓ 410 individus de type sauvage pour les deux caractères ; $[b^+ Vg^+] \leftrightarrow 41\%$
- ✓ 420 individus de phénotype muté pour les deux caractères ; $[b Vg] \leftrightarrow 42\%$
- ✓ 80 individus aux ailes vestigiales et au corps de type sauvage ; $[b^+ Vg] \leftrightarrow 8\%$
- ✓ 90 individus aux ailes de type sauvage et au corps noir. $[b Vg^+] \leftrightarrow 9\%$

- 1) Expliquer ces résultats. Que peut-on dire des gènes b et vg ?
- 2) Sachant que le pourcentage de recombinaisons entre b (corps noir) et bw (œil brun) est de 45% et qu'il est de 28% entre les gènes vg (ailes vestigiales) et bw (œil brun), établir la carte factorielle pour les gènes b, bw et vg.

Exercice 2

On sait que chez la drosophile, les gènes A, B, C sont liés. Un back-cross, effectué entre une femelle de phénotype [ABC] et de génotype ABC/abc et un mâle récessif de génotype abc/abc, donne les différents phénotypes théoriquement possibles ci-dessous :

[ABC]=962	[ABc]=87
[abc]=990	[abC]=65
[Abc]=156	[AbC]=11
[aBC]=161	[aBc]=8

- 1) Expliquer ces résultats
- 2) Etablir la carte factorielle des gènes liés

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....