

### III. Monohybridisme chez les diploïdes

#### 1- Terminologie et notions fondamentales

##### 1-1- Homozygote

Un individu qui possède deux allèles identiques à un même locus

##### 1-2- Hétérozygote

Un individu qui possède deux allèles différents à un locus.

##### 1-3- Phénotype

Les allèles sont responsables des différentes formes possibles du caractère dans lequel ce gène est impliqué et qu'on appelle les phénotypes. Le phénotype est une caractéristique qualifiable ou quantifiable d'un organisme. Exemple : les graines (jaunes) ou (vertes) sont des phénotypes.

Les groupes sanguins (O) ou (AB) sont des phénotypes.

##### 1-4- Génotype

La combinaison des deux allèles d'un gène présent chez un organisme diploïde est désignée par le terme de génotype. Le terme s'applique également à un ensemble de gènes étudiés simultanément.

##### 1-5- Phénotype dominant et phénotype récessif

Un phénotype est récessif s'il existe chez un parent P1, disparaît en F1 et réapparaît en F2. Par opposition, l'autre phénotype parental, qui demeure seul en F1, est dit dominant. Un caractère dominant est un caractère exprimé dans le phénotype quand le génotype est soit homozygote soit hétérozygote. Un caractère récessif est exprimé dans le phénotype seulement chez l'homozygote.

##### 1-6- Notation d'allèles

- Utilisation des majuscules et minuscules (méthode utilisée par Mendel) : l'initiale du nom d'un caractère récessif, en minuscule indique l'allèle récessif et la même lettre en majuscule fait référence à l'allèle dominant. Exemple : nain = n, grand = N
- Un autre système pratique a été développé au cours de l'étude génétique de la drosophile pour distinguer les caractères des types sauvages et mutants. Ce système utilise l'initiale, une combinaison de 2 ou 3 lettres. Si le caractère est récessif, on utilise la forme minuscule, s'il est dominant, la forme majuscule. La version sauvage du caractère est indiquée par la même lettre ou par le même groupe de lettres mais avec un + en exposant.

**Exemple** : ebony ou ébène (eb ou e) est une mutation récessive qui concerne la couleur du corps de la drosophile. La couleur du corps de type sauvage est grise (eb<sup>+</sup> ou e<sup>+</sup>). Une mouche diploïde peut donc avoir l'un de ces trois génotypes : e<sup>+</sup> / e<sup>+</sup> (homozygote gris, type sauvage),

$e^+ / e$  (hétérozygote gris, type sauvage),  $e / e$  (homozygote ébène, type mutant). L'allèle de type sauvage peut simplement être symbolisé par un + :  $+/+$ ,  $+/e$ ,  $e/e$ . La barre oblique entre les lettres indique que les deux désignations d'allèles occupent le même locus sur deux chromosomes homologues.

- S'il n'existe pas de dominance, on peut simplement utiliser des lettres majuscules et des exposants pour différencier les allèles. Exemple :  $L^M$  et  $L^N$ ,  $I^A$  et  $I^B$ .
- Autres exemples : chez les bactéries,  $leu^-$  fait référence à une mutation qui interrompt la biosynthèse de la leucine (auxotrophie pour la leucine), l'allèle de type sauvage est désigné par  $leu^+$  (autotrophie pour la leucine, capacité à synthétiser la leucine).

Chez l'homme, des lettres capitales en italique sont utilisées pour nommer les gènes, exemple : *BRCA1* = l'un des gènes associés à un risque accru de cancer du sein (Breast cancer).

### 1-7- Allogamie

L'allogamie correspond à la fécondation croisée (interfécondation) entre deux individus différents.

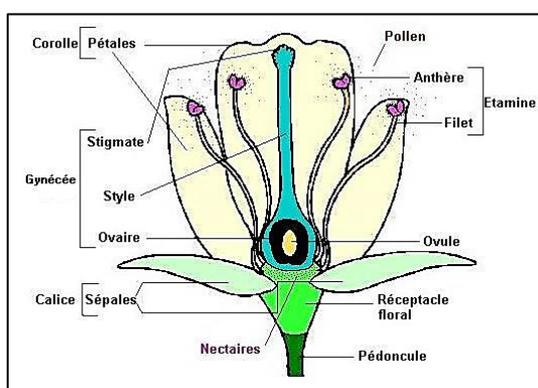
### 1-8- Autogamie

Dans l'autogamie, les gamètes femelles sont fécondés par les gamètes mâles provenant d'un même individu. Le pollen féconde les organes femelles d'une même fleur, ou d'autres fleurs d'une même plante.

### 1-9- Autofécondation

L'autofécondation correspond à la fécondation d'un ovule par du pollen issu de la même plante. Elle est :

- **Naturelle pour les plantes autogames** (blé, orge, pois ...). Leurs fleurs sont bisexuées (hermaphrodites), elles possèdent des organes mâles et femelles dans la même fleur, et la maturité des gamètes est simultanée.



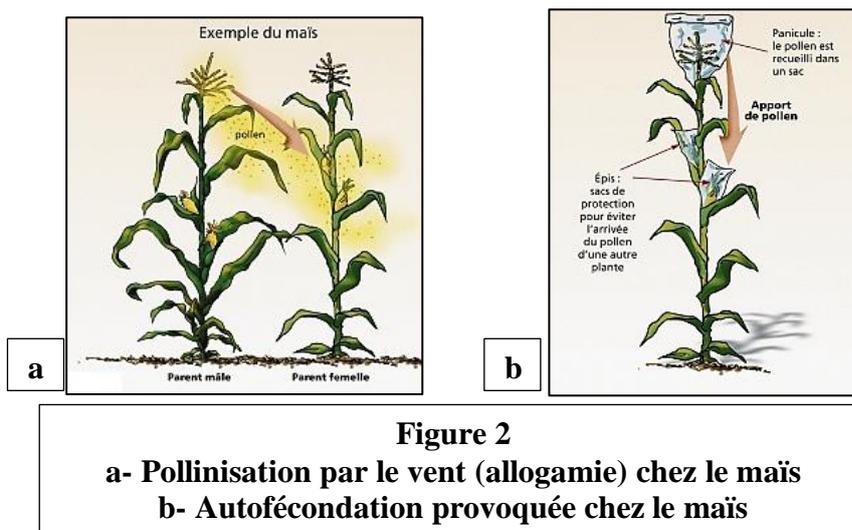
**Figure 1 : Coupe transversale d'une fleur bisexuée**

- **Provoquée par le sélectionneur pour les plantes allogames.** Ces dernières s'autofécondent rarement. Cependant, le sélectionneur peut provoquer l'autofécondation.

**Exemple** : le maïs (*Zea mays*)

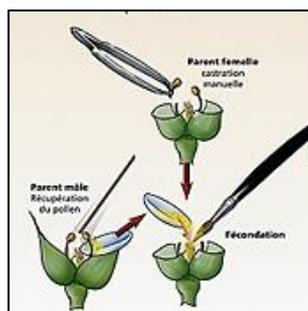
La floraison mâle précède de 5 à 8 jours la floraison femelle (ce qui limite l'autofécondation). Les fleurs mâles sont groupées dans une panicule terminale qui apparaît après la dernière feuille. Cette panicule est constituée d'épillets regroupant chacun deux fleurs à trois étamines. La pollinisation allogame s'effectue par le vent, mais l'autopollinisation est possible : bien que la plante soit autofertile, la fécondation croisée est d'au moins 95%. Les grains de pollen transportés par le vent et distribués jusqu'à 500m de leur point de départ tombent sur les soies des plantes voisines (95% des cas) ou du pied mère (5%, mais dans ce cas, descendance moins vigoureuse et moins productive) et y germent.

L'autofécondation chez le maïs est facile, car les fleurs mâles et femelles sont séparées. Les inflorescences femelles sont placées sous sachets pour éviter toute pollution par du pollen étranger. Sur l'inflorescence mâle du même pied, le pollen est recueilli. Il est ensuite apporté sur les fleurs femelles.



### 1-10- Pollinisation croisée

Les anthères d'une fleur sont retirées avant émission du pollen (empêchant l'autofécondation), le pollen d'une autre plante est transféré sur les stigmates.



**Figure 3 : Pollinisation croisée**

### 1-11- Lignée pure

On appelle lignée pure, une lignée dont les individus sont identiques pour un caractère donné et qui, croisés entre eux, donnent des individus identiques (homozygotes). Les individus de lignée pure se ressemblent entre eux et à leurs géniteurs à travers plusieurs générations d'autofécondation (4 ou 5). Une lignée pure **fournit toujours un seul type de gamètes**.

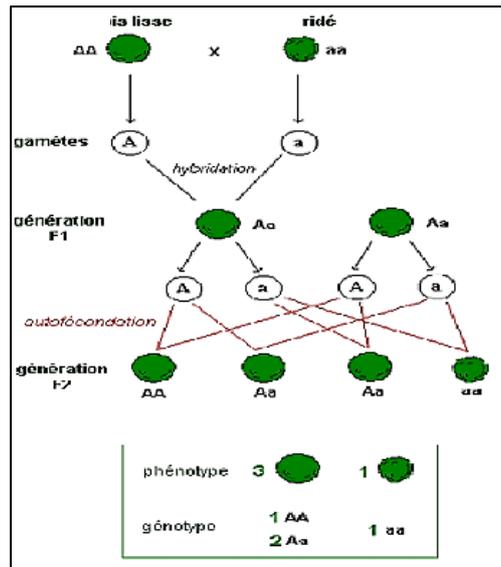
### 2- Le monohybridisme

Le monohybridisme est un croisement dans lequel **un seul caractère est analysé**. Ce croisement est réalisé entre individus de **deux souches parentales pures** présentant chacune l'un des deux phénotypes possibles du caractère. Les parents à l'origine du croisement (la génération parentale) sont désignés par P1. La première génération issue du croisement est désignée par F1 et la seconde génération issue de l'autofécondation de la F1, par F2.

Les résultats des croisements monohybrides de Mendel sont indépendants du sexe : le pollen d'un plant mâle pollinise un plant femelle ou *vice-versa*. Ils sont désignés par le terme de **croisements réciproques**.

#### 2-1-Expérience chez le maïs

- Effectuons des croisements contrôlés entre deux lignées pures de maïs : l'une à grains ronds (A), l'autre à grains creusés (a). Tous les grains issus de ces croisements (F1) sont (ronds).
- On sème les grains de la F1. Après obtention des plantes, on réalise une autofécondation (F1 x F1), on obtient une deuxième génération (F2) qui se répartit en :  
224 ronds (A) et 64 creusés (a).       $224/288 = 77.77\%$  ;  $64/288 = 22.22\%$



**Figure 4 : Représentation du croisement monohybride (dominance complète)**

## 2-2- Observations

- Tous les individus de la F1 ont le phénotype de l'un des deux parents
- Les deux phénotypes parentaux réapparaissent en F2
- Les proportions obtenues sont :  $\frac{3}{4}$  ronds (A) et  $\frac{1}{4}$  creusés (a)
- Le phénotype (creusé) n'a pas été perdu puisqu'il réapparaît en F2

## 2-3- Interprétation

### - Interprétation qualitative

La F1 est 100% à grains (ronds). Elle est **homogène**. Il y a eu séparation (disjonction) des deux phénotypes en F2

Le phénotype (rond) est **dominant sur** (creusé). Le phénotype (creusé) est **récessif devant** (rond).

$\frac{3}{4}$  des F2 présentent le phénotype observé chez les descendants F1.  $\frac{1}{4}$  des F2 présentent le phénotype récessif qui avait disparu en F1

### - Interprétation quantitative

A/a : gène contrôlant le caractère « forme des grains chez le maïs »

A : allèle contrôlant le phénotype grains (ronds)

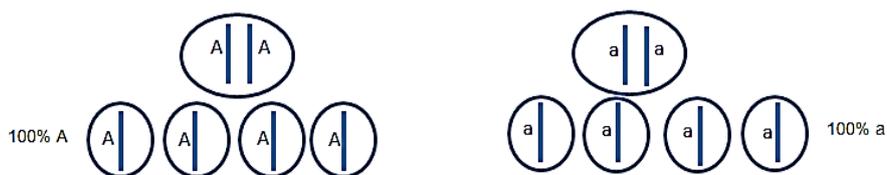
a : allèle contrôlant le phénotype grains (creusés)

Les parents contiennent ces allèles en doubles exemplaires :

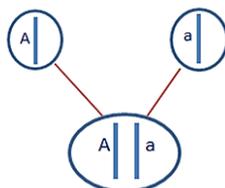
Grains ronds : A/A ; grains creusés a/a.

A/A et a/a sont les génotypes des parents. Les parents sont homozygotes.

Au cours de la méiose, chaque gamète n'emporte qu'un allèle sur les deux :



Les deux gamètes fusionnent en un zygote A/a

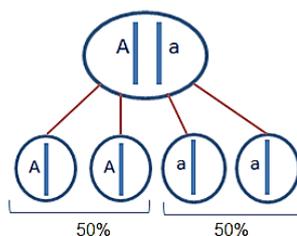


Les deux allèles sont différents. Le génotype est hétérozygote.

Du fait que (rond) est dominant sur (creusé), toutes les plantes F1 sont de phénotype (rond).

Le zygote se développe en une plante A/a qui donne deux types de gamètes équiprobables :

$\frac{1}{2} = 50\%$  A,  $\frac{1}{2} = 50\%$  a.



A la fécondation, les gamètes se rencontrent au hasard pour former la F2 qui sera représentée dans un tableau de croisement.

#### - Tableau de croisement des gamètes de PUNNETT

Les génotypes et les phénotypes résultant de l'union des gamètes lors de la fécondation peuvent être aisément déduits de la construction de la table de PUNNETT ou tableau de croisement des gamètes (échiqier de PUNNETT). Dans ce tableau, nous déduisons facilement les rapports 1 : 2 : 1 pour les génotypes et 3 : 1 pour les phénotypes.

Gamètes	$\frac{1}{2}$ A	$\frac{1}{2}$ a
$\frac{1}{2}$ A	$\frac{1}{4}$ A/A (A)	$\frac{1}{4}$ A/a (A)
$\frac{1}{2}$ a	$\frac{1}{4}$ A/a (A)	$\frac{1}{4}$ a/a (a)

$\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{4}$  sont le résultat d'une **ségrégation monogénique** (un seul gène contrôle le caractère).

**Remarque :** une fois les caractères dominant et récessif déterminés, nous pouvons proposer des symboles phénotypiques en adoptant la notation de Mendel : creusé (récessif) = c, lisse (dominant) = C.

## 2-4- Représentation du croisement

**Phénotypes des parents :** (C) x (c)  
**Génotypes des parents :** C/C c/c  
**Gamètes parentaux :** 100% C 100% c  
**F1 :** 100% C/c (C)  
**F1 x F1 :** C/c x C/c  
**Gamètes fournis par la F1 :** 1/2 C 1/2 c 1/2 C 1/2 c  
**F2 :**

Gamètes	1/2 C	1/2 c
1/2 C	1/4 C/C (C)	1/4 C/c (C)
1/2 c	1/4 C/c (C)	1/4 c/c (c)

## 2-5- Le test cross

Les plantes de phénotype (rond) peuvent avoir le génotype A/A ou A/a. il existe un moyen de les distinguer : le test-cross. L'organisme de phénotype dominant (mais de génotype inconnu) est croisé avec un individu homozygote de phénotype récessif (le parent récessif). Le test cross permet donc de déterminer le génotype (identification des hétérozygotes) d'un individu testé et de révéler les différents gamètes produits par cet individu.

Dans notre exemple :

- Si un individu de phénotype (rond) et de génotype C/C est croisé avec un individu (creusé) dont le génotype est obligatoirement c/c (homozygote), tous les descendants seront de génotype C/c et donc de phénotype (rond). **Si l'individu est homozygote dominant, tous les descendants auront le phénotype dominant.**
- Au contraire, si l'individu de phénotype (rond) est de génotype C/c, son croisement avec un homozygote c/c de phénotype (creusé) donnera pour moitié des génotypes C/c de phénotype (rond) et pour moitié des génotypes a/a de phénotype (creusé). Ainsi, ce rapport 1 : 1 ou 1/2 : 1/2 des phénotypes dominants et récessifs démontre que l'individu testé de phénotype (rond) était hétérozygote C/c. **Si l'individu est hétérozygote, la moitié des descendants auront le phénotype dominant et l'autre moitié le phénotype récessif.**

1/2, 1/2 sont également les proportions d'une **ségrégation monogénique**

**Remarque :** Back-cross (croisement en retour) = F1 x l'un des parents

**Conclusion**

Pour démontrer qu'on est en présence d'un seul gène, on réalise :

- Soit une autofécondation (F1 x F1) qui donne  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{4}$  (3 : 1) ; dans le cas d'une dominance complète
- Soit un test cross (F1 x parent récessif) qui donne  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}$  (1 : 1).