

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Mostefa Ben Boulaid  
Batna 2  
Faculté SNV



جامعة مصطفى بن بولعيد  
باتنة 2  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Module de :

---

# GENETIQUE ET AMELIORATION DES PLANTES

---

*Cours destinés aux étudiants de troisième année licence  
Biotechnologie et Génomique Végétale*

Présenté par :

**Dr. SALMI Manel**

Année universitaire 2020/2021

## **Introduction :**

Après avoir été des chasseurs-cueilleurs, les hommes deviennent au néolithique (il y a 10 000 ans) des éleveurs-agriculteurs. Regroupés en villages, ils produisent leur nourriture, en domestiquant les plantes sauvages et en les adaptant à leurs besoins. Ils sélectionnent et resèment les plantes intéressantes à cultiver. Ils favorisent ainsi celles qui sont les plus résistantes, les plus productives, les plus nutritives, et qui se transforment et se conservent le mieux. Ils recherchent à la fois des plantes pour se nourrir, pour se soigner et pour se vêtir. L'amélioration des plantes était amorcée. Domestication inconsciente d'abord, jardinage ensuite, codification de l'agronomie, maîtrise des descendance renforcée par les premières lois génétiques, puis développement de l'amélioration des plantes en tant que science et éruption des biotechnologies.

### **1- Définition de l'amélioration génétique des plantes**

L'amélioration des plantes peut être définie comme la modification des caractères des plantes par l'homme pour mieux les adapter à ses besoins. De point de vue génétique, elle correspond à l'ensemble des opérations qui permettent de passer d'un groupe d'individus n'ayant pas certaines caractéristiques à un nouveau groupe, plus reproductible, apportant un progrès. Il s'agit de réunir dans un même individu le maximum de gènes favorables.

### **2-Objectifs de l'amélioration des plantes :**

#### **2-1- L'amélioration de la productivité**

Le potentiel de production peut être amélioré par la sélection. Un rendement supérieur peut être obtenu par une accumulation des gènes favorables pour ce caractère dans une plante et/ou par une modification de l'architecture de la plante pour lui permettre de mieux utiliser les ressources du milieu dans lequel elle se développe (lumière, eau, minéraux du sol etc..).

#### **2-2- L'adaptation des plantes au milieu**

La sélection a permis d'étendre la zone de culture des espèces en les adaptant à des conditions climatiques nouvelles comme le froid et la sécheresse ou d'autres stress climatiques comme la verse due au vent et l'inondation.

La résistance aux maladies aux insectes et à d'autres ravageurs permet d'augmenter et de stabiliser la production. Cette résistance peut nous économiser les frais de traitements par des pesticides et réduire les risques de pollution chimique.

### **2-3- La qualité**

Le matériel végétal utilisé pour créer de nouvelles variétés est assujéti à des tests rigoureux de qualité. La qualité boulangère est une nécessité pour les variétés de blé. La couleur, la texture, la forme et la taille du fruit, le goût etc.. Sont des caractères importants que les sélectionneurs doivent prendre en considération.

### **3- Le rôle de l'améliorateur des plantes :**

#### **3-1- L'évaluation variétale :**

Elle consiste à connaître les performances agronomiques des variétés testées dans différents environnements.

#### **3-2- La création variétale :**

Elle consiste à mettre au point des nouvelles variétés plus adaptées et plus productives quantitativement et qualitativement. Les moyens utilisés sont l'hybridation, la sélection, les techniques biotechnologiques et le génie génétique.

#### **3-3- La multiplication des variétés du catalogue national :**

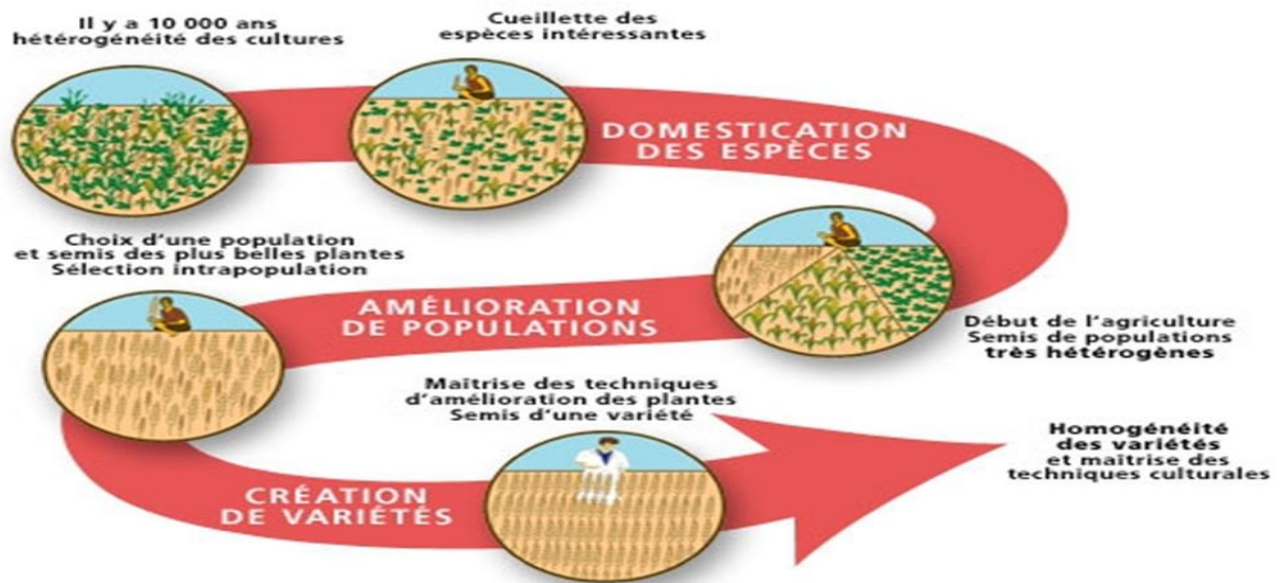
On l'appelle aussi la sélection conservatrice.

Elle effectuée dans le programme de production des semences destinées aux agriculteurs.

### **4- La domestication :**

Adaptation des plantes sauvages aux besoins de l'homme par la culture et la sélection. Les plantes actuellement cultivées ont été domestiquées dans différentes régions du globe. On parle de centre d'origine pour désigner la région dans laquelle s'est effectuée la domestication d'une espèce cultivée.

## Les étapes de la domestication :



Quelques exemples de **centres d'origine** (source: Lefebvre)

Bassin mésopotamien	Sud-Est asiatique	Amérique centrale
•Orge	Canne à sucre	Haricot
•Blé	Riz	Maïs
•Seigle		Tournesol
Afrique	Amérique du Sud	Nord-Est de la Chine
Riz africain	Cacao	Oranger
Café	Arachide	Abricotier
Cotons africains	Pomme de terre	Pêcher

## 5- Modes de reproduction des plantes :

Les espèces végétales se perpétuent selon trois modalités principales :

- ✓ Par autofécondation : espèces autogames.
  - ✓ Par fécondation croisée : espèces allogames.
  - ✓ Par reproduction végétative à l'aide d'organes de reproduction très variés : tubercules, stolons, boutures, greffes, etc...
- } Reproduction sexuée

**-Reproduction sexuée** : Caractérisée par la fusion de deux gamètes ♂ et ♀ conduisant à la formation de l'embryon

### 5-1- L'autogamie :

### **5-1-1- Définition :**

La fécondation de la plante est réalisée par son propre pollen. Cependant, il peut se produire chez ces espèces autogames un croisement naturel pouvant atteindre un taux de 4 à 5%, (autogamie prépondérante). Ce taux peut varier selon les conditions climatiques, la variété, la vitesse et la direction du vent durant la pollinisation et enfin la population des insectes présents (types et nombre).

### **5-1-2- Facteurs favorisant l'autofécondation :**

1. Fleurs hermaphrodites (organes mâle et femelle dans la même fleur).
2. Contact ou proximité permanente ou temporaire des étamines et stigmates.
3. La maturité des gamètes est simultanée.
4. Absence de système d'autoincompatibilité ou de stérilité mâle.
5. La fécondation croisée est empêchée par la présence de fleurs au moins partiellement fermées et peu attractives pour les insectes.

Exemples de plantes autogames

Céréales : avoine, blé tendre, blé dur, orge, riz, sorgho

Légumineuses à graines : arachide, haricot, féverole, lentille, pois, soja, vesce.

Espèces légumières : aubergine, laitue, poivron, tomate.

Espèces industrielles : colza, caféier arabica, coton, lin, tabac

Espèces fruitières : abricotier, pêcher.

### **5-1-3- Les lignées pures :**

Une lignée pure est la descendance d'un individu homozygote se reproduisant par autogamie. Cette descendance est constituée d'individus identiques entre eux à l'intérieur d'une génération (**homogénéité**) et identiques entre eux d'une génération à l'autre (**stabilité**).

La lignée pure (un seul génotype homozygote) permet :

- Une grande homogénéité (compatible avec l'agriculture moderne récolte, semis)
- Une grande stabilité (possibilité pour l'agriculteur de semer une partie de sa récolte)

### **5-2- L'allogamie :**

#### **5-2-1- Définition :**

Lorsque l'allopollen est utilisé, on parle de fécondation croisée ou d'allogamie. Dans la nature, la plupart des espèces sont allogames, la pollinisation est généralement anémophile ou entomophile.

### **5-2-2- Les mécanismes de la fécondation croisée (l'allogamie):**

#### **a) séparation des sexes dans l'espace :**

- Plantes monoïques : les inflorescences ♂ et ♀ sont séparées, mais situées sur une même plante : maïs, melon, noyer, concombre, etc.
- Plantes dioïques : les sexes sont séparés sur des plantes ♂ et des plantes ♀: palmier dattier, etc.

#### **b) séparation des sexes dans le temps :**

Lorsque les organes sexuels n'arrivent pas à maturité en même temps sur la même fleur, on parle de dichogamie (2 cas)

#### **c) barrières morphologiques :**

Chez certaines légumineuses, le stigmate est protégé par une colonne staminale formée par des filets soudés entre eux. L'ouverture de cette colonne sous le poids des insectes (abeilles) met les stigmates en contact avec l'allopollen attaché aux corps de ces insectes, ainsi la fécondation croisée est assurée (luzerne).

#### **d) Auto-incompatibilité et stérilité mâle:**

**1- Auto-incompatibilité :** absence d'aptitude pour une plante à donner des semences (graines) lorsqu'elle est autofécondée, bien qu'elle puisse donner des semences normales par la fécondation croisée. Son pollen est actif sur une autre plante.

C'est le résultat de l'action de gènes de type S qui sont des séries alléliques S1, S2, S3, S4, S5, S6.....

Il existe deux types principaux de l'auto-incompatibilité :

- Incompatibilité gamétophytique ;
- Incompatibilité sporophytique.

#### **a) incompatibilité gamétophytique :**

Déterminée par la nature haploïde du pollen ;

Un gène de stérilité à un locus « S » existe sous plusieurs allèles : s1, s2, s3, s4,.....sn.

Si l'un des allèles du stigmate est identique à l'allèle du pollen, il y a inhibition, et le tube pollinique après germination, ne pénètre pas dans le style.

## **b) incompatibilité sporophytique :**

Le pouvoir fécondant du pollen est sous l'action du génotype (2n) de la plante dont il est issu, et non de son génotype haploïde. Exp. Un grain de pollen s1 provenant d'une plante s1s2 ne pourra pas féconder une plante s1s2 ou s2s3, mais fécondera une plante s3s4.

Dans ce système, on peut trouver aussi des relations de dominance ou de compétition entre les allèles « S » qui peuvent déterminer lequel des allèles donnera au grain de pollen sa compatibilité ou son incompatibilité.

Exp. Si on croise une plante s1s2(♀) avec une plante s1s3(♂) ;

-Cas de l'incompatibilité gamétophytique : s3 est bien compatible.

## **2- Stérilité mâle (androstérilité) :**

Elle se manifeste par l'absence de pollen fonctionnel ou l'avortement des étamines.

Il existe en réalité trois types d'androstérilité :

### **a- stérilité mâle génique :**

Elle est contrôlée par l'action des gènes spécifiques. Un seul gène récessif (ms) contrôle la stérilité mâle génique.

Les allèles de stérilités ont des homologues dominants Ms qui eux induisent la fertilité.

msms (♂ stériles) X MsMs (♂ fertiles)

« ♀ »      ↓      « ♂ »

F1 : 100% ♂ fertiles : Msms

Msms ⊗ → F2 : ¼ MsMs ; ½ Msms ; ¼ msms

Population : ¾ ♂ fertiles (Ms-) + ¼ ♂ stérile (msms).

### **b- stérilité mâle cytoplasmique :**

Elle est due à un facteur cytoplasmique de type S qui entraîne la stérilité des descendants. Le cytoplasme des descendants provient de la plante mère.

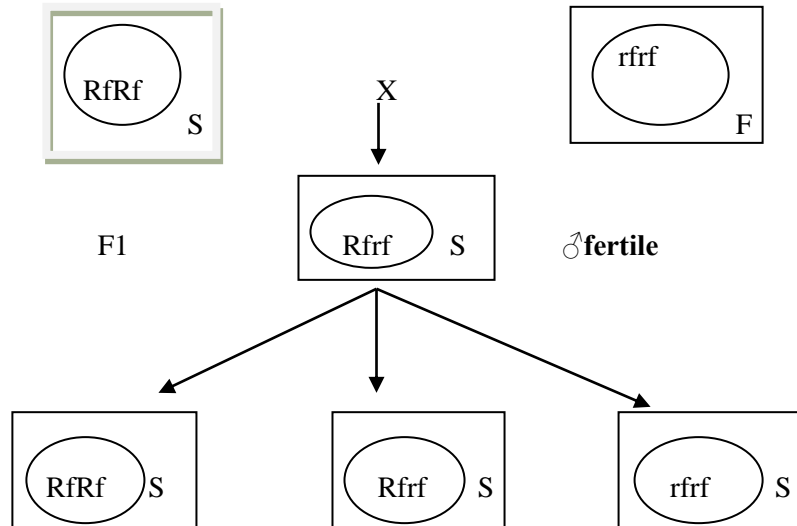
### **c- stérilité mâle nucléo-cytoplasmique :**

Elle dépend de l'interaction entre un cytoplasme particulier et un gène particulier. Un cytoplasme stérile est représenté par « S » et un cytoplasme fertile est représenté par « F ». Un gène Rf (restaurateur de la fertilité) restitue la fertilité au cytoplasme stérile. L'allèle qui provoque la stérilité est noté rf.

• cytoplasme « F » + Quelque soit la combinaison génique → Fertile.

- // « S » + RfRf → Fertile.
- // « S » + Rfrf → Fertile.
- // « S » + rfrf → Stérile.

Exemple :



Rq: Le cytoplasme est toujours déterminé par la femelle.

La stérilité mâle est utilisée par les sélectionneurs chez les plantes autogames et allogames pour faciliter les croisements naturels.

D'ailleurs, chez les plantes autogames, la stérilité mâle entraîne l'ouverture des fleurs pour permettre au pollen étranger de s'y introduire et d'assurer la pollinisation.

### -Exemples de plantes cultivées allogames

Maïs, seigle, luzerne, ray-grass, concombre, carotte, céleri, choux, épinard, melon, oignon, navet, betterave, tournesol, pins, chêne, hêtre,.....

## 6- Variation génétique :

### 6-1- Nature de la variation génétique :

#### a)- Variation discontinue : Génétique mendélienne

Elle concerne les caractères gouvernés par un gène ou un petit nombre de gènes (monogéniques), c'est le type de caractères étudiés par le généticien Mendel. Ce sont des caractères simples, facilement identifiables, ne sont pas influencés par l'environnement.



Exp. Couleur de la fleur, sensibilité ou résistance à une maladie.

## 2) Variation continue : Génétique quantitative

• Caractères dont la variation est mesurable : exp. Rdt, taille, précocité...etc.

Ce sont des caractères contrôlés par un nombre important de gènes (polygéniques) et il est nécessaire de recourir à des méthodes statistiques pour leurs analyses. Une grande partie de la variabilité observée pour la plupart de ces caractères est due à des effets de l'environnement. Ils sont Caractérisés par une variation continue.

### 6-2- Modes d'actions des gènes :

#### a) Interaction intra-locus :

Les modalités de l'hérédité des caractères polygéniques dépendent des relations entre les gènes qui les contrôlent. Ces relations peuvent être de trois natures définissant ainsi trois types d'effets génétiques :

#### 1) additivité :

L'additivité est obtenue lorsque l'hétérozygote (Aa) présente une valeur phénotypique qui coïncide avec la valeur phénotypique moyenne des deux homozygotes (AA et aa).

$$\begin{array}{ccc} \text{aa} & \text{Aa} & \text{AA} \\ \underbrace{\hspace{10em}} & & \end{array} \quad \text{Aa} = 1/2 (\text{AA} + \text{aa})$$

Ex : aa= 0 ; AA= 2 → Aa= 1

#### 2) dominance :

- **dominance complète** : La valeur de l'hétérozygote (Aa) est confondue avec celle de homozygote dominant.

$$\begin{array}{ccc} \text{aa} & & \text{AA} \\ \underbrace{\hspace{10em}} & & \text{Aa} \end{array} \quad \text{Aa} = \text{AA}$$

Ex : AA= 2 ; aa= 0 → Aa=2

- **dominance partielle** : valeur de l'hétérozygote (Aa) se situe quelque part entre la valeur moyenne des deux homozygotes et celle de l'un d'entre eux (AA par exemple)

$$\begin{array}{ccc} \text{aa} & \text{Aa} & \text{AA} \\ \underbrace{\hspace{10em}} & & \end{array} \quad \frac{\text{aa} + \text{AA}}{2} < \text{Aa} < \text{AA}$$

Exp. aa = 0 ; AA = 2 ; Aa = 1,5.

-**Superdominance** : La valeur de l'hétérozygote est supérieure à celle de l'homozygote dominant.

$$\begin{array}{ccc} \text{aa} & & \text{AA} \\ & & \text{Aa} \end{array}$$

Exp : aa= 0 ; AA = 2 ; Aa= 3

## b) Interaction inter-locus

### -Epistasie :

C'est l'interaction entre les gènes non alléliques. Dans ce cas, les gènes sans effets individuels, auront un effet s'ils sont combinés.

### 7- Hétérosis :

#### 7-1- Définitions :

•C'est la différence (la supériorité) de l'hybride F1 par rapport à la moyenne des parents.

•De point de vue pratique, c'est la supériorité de l'hybride F1 par rapport au meilleur parent.

L'hétérosis peut se manifester par une augmentation de la hauteur, du volume racinaire, de la taille des feuilles et de l'épi, du nombre et de la taille des graines, de la résistance aux maladies, de la précocité, etc..

#### 7-2- Explication de l'hétérosis :

•**Théorie de la superdominance** : Emise indépendamment par SHUL et EAST en 1908 pour expliquer l'hétérosis, elle se base sur la supériorité de l'hétérozygote Aa par rapport aux homozygotes.

Exp.  $Aa > AA$  ou  $aa$ .

•**Théorie de la dominance complète** : l'accumulation des gènes dominant dans la F1 peut fournir une explication de l'hétérosis.

Exp. ♀ (AAbbcc) X ♂ (aaBBCC)

Valeur 1      valeur 2

F1(AaBbCc)

Valeur 3

#### 7-3- Utilisation de l'hétérosis :

L'hétérosis est la base de la création des variétés hybrides chez différentes espèces végétales cultivées. La supériorité de l'hybride par rapport aux parents a poussé plusieurs sélectionneurs à en développer chez le maïs, le sorgho, la tomate et d'autres espèces végétales.

### 8- Création de variabilité (la naissance de nouvelles variétés) :

La création de variabilité (et en même temps création de nouvelles variétés) peut être réalisée par :

### **a- Création de variétés par croisements dirigés intraspécifiques:**

Les gènes d'intérêt qui seront introduits dans une espèce donnée, sont recherchés chez une variété voisine d'une même espèce. Plus la variabilité génétique est large dans une espèce, meilleure sera la chance de trouver le gène intéressant.

L'hybridation peut être réalisée en retirant manuellement les anthères des fleurs du parent (désigné femelle) afin d'éviter une auto-fécondation parfois possible. Une fois les anthères "castrées", on dépose du pollen mûr (prélevé sur le parent mâle choisi) sur le pistil de la fleur du parent femelle. La graine hybride qui en résulte porte l'information génétique des caractères des deux parents.

Le croisement de deux lignées permet l'obtention d'une variété appelée hybride simple. Un hybride simple peut être croisé avec une lignée bien choisie, pour obtenir un hybride trois voies, ou avec un autre hybride simple pour donner un hybride double.

### **b- Création de variétés par croisements dirigés interspécifiques :**

Il n'existe pas toujours à l'intérieur de l'espèce travaillée les caractéristiques que l'on désire introduire dans la variété à créer. Dans ce cas, on fait assez fréquemment appel à des plantes issues d'espèces voisines (par exemple rusticité du seigle introduite chez le blé ; résistance aux nématodes de *Lycopersicon peruvianum* introduite chez la tomate *Lycopersicon esculentum*). Ces hybridations entre espèces font souvent appel avortent fréquemment : la culture des jeunes embryons in vitro est maintenant une voie de sauvetage classique.

### **c. Création de variétés par mutagenèse**

#### **- Mutations géniques**

Les mutations géniques sont les mutations qui modifient les nucléotides de l'ADN d'un gène. Ces mutations sont à l'origine de la richesse des formes alléliques.

Exemple : Mutations par substitution, Insertions et délétions.

#### **- Mutations chromosomiques**

Ce sont des changements profonds dans la structure d'un ou de plusieurs chromosomes. Résultent de cassures chromosomiques, entraînent une perte ou un déplacement des segments isolés et la formation de chromosomes remaniés.

#### **-Mutations génomiques**

Ce sont des variations du nombre des chromosomes (haploïdes, diploïdes, tétraploïdes, ...)

✓ **Agents mutagènes:**

Agents mutagènes physiques (rayons ionisants, U.V, provoquent des mutations. Le taux de mutation augmente linéairement en fonction de l'intensité des rayonnements.), agents mutagènes chimiques (ex: colchicine).

#### **d- Création variétale par fusion de protoplastes (hybridation somatique)**

Le terme protoplaste signifie une cellule végétale débarrassée de sa paroi squelettique. Elle apparaît sous forme d'une cellule sphérique, limitée par sa membrane plasmique. La technique de préparation de protoplastes n'a été vraiment mise au point qu'à partir des années 1960, quand les enzymes dégradant la paroi cellulaire ont été purifiées et utilisées dans cette biotechnologie. Mais ce sont généralement les parenchymes des jeunes feuilles qui sont utilisés pour leur préparation

Les protoplastes sont capables de fusionner pour donner des cellules à stocks chromosomiques doubles. Si des variétés, espèces ou genres différents sont utilisés on obtiendra des hybrides somatiques.

A partir de ces protoplastes, il est possible d'obtenir de nouvelles plantes. Si les conditions de milieu sont favorables, la paroi végétale se reconstitue. Les organites cellulaires se réarrangent et les cellules entrent en division. Elles donnent ainsi naissance à des cals (amas de cellules indifférenciées). Transférés sur un milieu de régénération, les cals se développent en embryons somatiques qui donneront des plantules.

#### **e- Création variétale par transgénèse**

La transgénèse consiste à transférer vers une plante un gène dont l'expression fait apparaître un caractère déterminé. L'origine biologique des gènes utilisés est variable. Il est possible de faire exprimer un gène issu d'une autre espèce végétale ou d'un autre organisme (bactérie, champignon). Les organismes ainsi obtenus sont dits Organismes Génétiquement Modifiés (OGM). Les dernières avancées biotechnologiques permettent d'introduire plusieurs gènes à la fois. Cela est de grande importance dans le contexte de l'amélioration de la tolérance à la sécheresse qui est de nature polygénique. Plusieurs découvertes scientifiques ont permis d'aboutir à l'obtention de la première plante transgénique en 1983.

#### **f- Création de variétés par modifications somatiques**

Chez les plantes à multiplications végétative, il apparaît parfois des clones qui diffèrent de la plante mère. Ces individus sont appelés des **variants somatiques**. Ceci a été à l'origine de plusieurs variétés de pomme de terre et de pomme, en plus de la pamplemousse rose.

Les variations somatiques sont fréquentes dans les situations suivantes :

- Culture in vitro à partir de fragments d'organes différenciés (avec plusieurs repiquages).
- Culture de cellules isolées ou de protoplastes

Les variants somatiques peuvent être porteurs de traits positifs (vigueur, précocité, résistance, ..) pour les améliorateurs.

## **9- La sélection :**

Les variétés anciennes de céréales étaient hétérogènes, à la suite de fréquents mélanges de semences, de mutations, de recombinaisons après croisements spontanés. L'agriculture moderne a conduit à l'uniformisation des variétés. En théorie, une variété moderne est une lignée pure, produite de la multiplication de plantes homozygotes identiques entre elles.

### **9-1- sélection dans la population hétérogène :**

#### **✓ Variétés ou populations locales (ou populations de pays)**

Les variétés locales sont généralement formées par un mélange de plantes homozygotes. La plupart des plantes autogames présentent un certain niveau de croisements naturels conduisant à la présence de loci hétérozygotes dans la population. Des mutations peuvent également être à l'origine de l'hétérozygotie. Les variétés locales sont, la plupart du temps, très anciennes et bien adaptées à leurs environnements.

#### **a-Sélection massale**

Parmi les méthodes de sélection les plus anciennes, la sélection massale est probablement à la base de la domestication de plusieurs espèces végétales. Les plantes sont choisies sur la base de leurs phénotypes supérieurs, les graines de ces plantes sélectionnées sont mélangées pour former la sélection massale. Cette dernière est semée pour reconduire à la génération suivante.

#### **a) Caractéristiques :**

- La sélection est basée sur le phénotype ;

- l'efficacité dépend de la capacité du phénotype à refléter le génotype ;
- Elle est efficace pour les caractères à hérédabilité élevée ;
- Elle est peu efficace pour les caractères très influencés par l'environnement.
- Simple, facile, rapide, non coûteuse.

**c) inconvénient :**

- On ne connaît pas si les plantes sélectionnées sont homozygotes ou hétérozygotes (1-5% de pollinisation croisée naturelle) puisque les plantes hétérozygotes ségrégueront les générations suivantes, donc le sélectionneur a besoin de continuer la sélection.

**2- Sélection généalogique**

Cette méthode est également appelée sélection par la méthode des lignées pures. Elle a été développée sur les bases de la théorie des lignées pures énoncée par JOHANNSEN. Elle est utilisée pour exploiter les variétés locales où des types désirables existent. Le meilleur génotype déjà présent dans la population est isolé à travers des procédures d'évaluation bien soignées.

**Avantages :** La lignée pure fixée est très uniforme en apparence et en performance.

**Inconvénients :** de nouveaux génotypes ne sont pas créés (on est limité aux génotypes déjà présents dans la population d'origine)

**3- Comparaison entre la sélection massale et la sélection généalogique :**

- Les deux méthodes ne vont pas créer des génotypes nouveaux et se limitent seulement à l'isolement de certains génotypes déjà existant dans la population d'origine.
- Une variété développée par la sélection généalogique est plus homogène qu'une variété développée par une sélection massale.
- La sélection massale est relativement plus simple et moins coûteuse que la sélection généalogique.
- La sélection massale est souvent utilisée par les agriculteurs alors que la sélection généalogique n'est généralement utilisée que par les sélectionneurs.

**9-2- Sélection après hybridation :**

Cette méthode d'amélioration a **deux objectifs** : d'une part, sélectionner de nouvelles combinaisons de gènes dans une population dérivée d'un croisement et, d'autre part, rétablir l'homozygotie.

### **- Le choix des parents :**

Il faut s'assurer que les gènes en question sont présents chez les parents à utiliser en croisement. De plus sachant que les parents passent à leur descendance leurs gènes et non leurs caractéristiques, le croisement produit des recombinants avec des valeurs intermédiaires à celles des lignées parentales. Alors que souvent on cherche à dépasser les valeurs qui caractérisent les parents. De ce fait le choix des parents devient très important, comme il est important de les caractériser pour pouvoir choisir ceux qui se complètent pour les caractères désirables.

### **-Croisement génétique :**

individus différents donnant lieu à une progéniture qui porte une partie du matériel génétique de chaque parent. Les organismes parents doivent être génétiquement compatibles et peuvent être de différentes variétés ou d'espèces étroitement apparentées.

### **-Hybride F1**

Dans le domaine de l'élevage et de l'agriculture, les hybrides sont les plantes ou animaux issus du croisement de deux variétés ou espèces génétiquement différentes. En génétique, l'hybride F1 est le résultat d'un croisement entre deux individus de deux variétés, sous-espèces (croisement intraspécifique), espèces (croisement interspécifique) ou genres (croisement intergénérique) différents. L'hybride présente un mélange des caractéristiques génétiques des deux parents.

### **-Monohybridisme :**

Le monohybridisme est un type de croisement qui permet de suivre l'hérédité d'un seul caractère.

Les différentes formes d'un caractère étant généralement contrôlées par différents allèles d'un même gène, on croise des individus de lignée pure comme par exemple des individus à fleurs jaunes avec des individus à fleurs bleues et on observe la couleur des fleurs obtenues. On pourra ainsi définir quel est l'allèle dominant et quel est le récessif.

Lorsque le croisement concerne deux caractères différents, on parle de dihybridisme, et ainsi de suite.

**-La variabilité génétique :**

Elle résulte du fait que des individus différents possèdent des génotypes différents. Une population constituée par des génotypes AA, Aa, aa est génétiquement variable.

P1 X P2

(AA) (aa)

F1: 100% Aa

F2:  $\frac{1}{4}$  AA +  $\frac{1}{2}$  Aa +  $\frac{1}{4}$  aa

**Evolution de la fréquence des homozygotes et des hétérozygotes**

Génération	Evolution des fréquences de génotypes (1 gène avec 2 allèles)	Fréq. Hétéroz	Fréq. Homo.
Parents	AA X aa ↓	0	100%
HF1	1 Aa ↓	100%	0%
F2 :	$\frac{1}{4}$ AA ←      ↓      → $\frac{1}{2}$ Aa      → $\frac{1}{4}$ aa ↓	50%	50%
F3 :	$\frac{1}{4}$ AA + $\frac{1}{8}$ AA = $\frac{3}{8}$ ↓ $\frac{3}{8}$ = aa $\frac{1}{8}$ + aa $\frac{1}{4}$ ↓	25%	75%
F4:	$\frac{3}{8}$ AA + $\frac{1}{16}$ AA = $\frac{7}{16}$ ↓ $\frac{1}{8}$ Aa      ↓ $\frac{7}{16}$ = aa $\frac{1}{16}$ + aa $\frac{3}{8}$ ↓      ↓      ↓	12,5%	87,5%
.	↓	.	.
.	↓	.	.
.	↓	.	.

Après chaque génération d'autofécondation, l'hétérozygotie est réduite de moitié.

- toutes les plantes : P1(AA) sont homozygotes, homogènes et génétiquement identiques entres elles.

- toutes les plantes : P2 (aa) sont homozygotes, homogènes et génétiquement identiques entres elles.

- toutes les plantes : F1(Aa) sont hétérozygotes, homogènes et génétiquement identiques entres elles.

- la population F2 (AA, Aa, aa) est génétiquement variable, elle est constituée d'individus homozygotes et d'individus hétérozygotes et par, conséquent hétérogène. Donc toute la variabilité observée entre les individus de P1, P2 et F1 est due à l'environnement ; et toute



variabilité observée entre les individus de la population F2 est constituée d'une variabilité en partie d'origine génétique et en partie d'origine environnementale.

Rq : La variabilité génétique est essentielle pour le sélectionneur. Sans elle, aucun progrès génétique n'est possible par sélection.

## **- Les méthodes :**

### **1) Sélection Pedigree :**

Dans la méthode pedigree, la sélection commence en F2. Elle permet d'isoler rapidement des caractéristiques désirables dans le cas de caractères à hérédité qualitatives tels que la résistance aux maladies, la couleur de la graine etc. les caractères à hérédité quantitative, en particulier le rendement, sont plus difficiles à évaluer au cours des premières générations (F2 et F3) sur la base d'une plante individuelle. Ainsi par exemple si un croisement est réalisé entre les parents MBB et Waha, l'enregistrement de ce croisement se fait comme suit :

Waha/MBB CS 107-2000-27S-1S-14S-3S-20S-0S

La femelle est inscrite la première, dans ce cas c'est la variété waha qui est utilisée comme femelle, elle est fertilisée par la variété MBB, le parent male, / veut dire croiser, CS= croisement de Sétif, 107-2000= numéro de croisement et année de réalisation, 27S= est le numéro de la plante F2 sélection, dans ce cas il a au moins 27 plantes qui ont été sélectionnées, et ce pedigree est celui de la 27ième plante, 1S= en F3 on a sélectionné la première plante de la lignée issue de la 27ième plante, 14S=en F4, de la lignée numéro 1 de la F3, on a sélectionné la 14ième plante..ect pour la F5 et la F6. La notation S0 veut dire que la lignée issue de la plante numéro 20 sélectionnée en F6 a été récoltée en masse en F7, par ce qu'elle apparait phénotypiquement homogène (lignée pure). (\*, //, /3/, /4/ indiquent l'ordre des croisements faits entre les différents parents de la lignée en question).

### **2) Sélection BulK :**

La méthode bulk est simple et peu coûteuse. Peu d'efforts sont généralement engagés durant les premières générations. Cependant, la taille de la population doit être assez importante. La sélection naturelle est plus active dans le cas de la sélection par cette méthode. Les plantes hautes sont généralement favorisées par la méthode Bulk, ce qui peut être en

contradiction avec les aspirations du sélectionneur. Cependant, la présence de maladies et d'insectes favorisent la mise en évidence des plantes résistantes, généralement recherchées par le sélectionneur. Les autofécondations sans sélection sont répétées sur 4 à 5 générations au total, généralement dès la F6-F7, on reprend la sélection de plantes comme pour la méthode pedigree, les plantes sélectionnées sont semées individuellement pour donner des lignées pures.

### **3) Sélection par la méthode SSD (Single-Seed-Descent)**

Cette méthode est également appelée sélection simple grain. Chaque plante F2 contribue par une seule graine à la génération F3, chaque plante F3 contribue par une seule graine à la génération F4 et ainsi de suite. La méthode est simple et peu coûteuse. Il suffit seulement de récolter une graine par plante et de semer l'ensemble à la génération suivante. La sélection par la méthode SSD est plus pratique lorsqu'on peut obtenir plus d'une génération par an. L'utilisation des serres en contre saison permettent d'avancer rapidement des générations.

### **4) Backcross :**

Le Backcross également appelé rétrocroisement ou croisement en retour est une forme d'hybridation durant laquelle une caractéristique désirable est transférée à une variété productive. Généralement, le Backcross est utilisé lorsqu'une variété possédant des caractéristiques désirables présente une faiblesse (sensibilité à une maladie donnée par exemple) qui peut être corrigée par l'introduction d'un ou de quelques gènes.

Son principe est d'éliminer (vider) progressivement tous les gènes d'un géniteur donné comme un géniteur de résistance (parent donneur), sauf celui qui confère la résistance à une maladie déterminée. Ceci est réalisé par des rétrocroisements successifs de celui-ci avec une variété de bonne valeur agronomique (= parent récurrent = parent receveur). Au cours des rétrocroisements, les gènes du parent récurrent 'remplissent' le géniteur où leur proportion augmente de 50% (première hybridation) à 75% ( $= 50 + 50/2$ ) (premier recroisement), 87,5% ( $= 50 + 75/2$ ) (deuxième), 93,75% (troisième), 96,875% (quatrième recroisement). La contribution génétique du parent donneur (géniteur) est ainsi réduite de moitié à chaque génération. Il en résulte un individu d'une constitution génétique identique à celle du parent récurrent à l'exception du segment chromosomique portant le gène d'intérêt.