



Notes de cours d'amélioration des plantes

3^e année des humanités techniques agricoles



Edition 2024

0. Généralités sur l'amélioration des plantes

0.1. Définition

L'amélioration des plantes cultivées désigne l'ensemble des techniques et méthodes employées pour modifier les caractéristiques des plantes afin d'optimiser leur rendement, leur résistance aux maladies, leur tolérance aux conditions environnementales difficiles, et leur qualité nutritionnelle. *L'objectif est de développer des variétés répondant aux besoins des producteurs, des consommateurs et des écosystèmes agricoles.*

Cette discipline repose sur des principes de génétique et de sélection, allant de méthodes classiques (comme la sélection massale) à des techniques modernes (comme l'édition génomique). Elle vise à améliorer la productivité agricole de manière durable et efficace.

0.2. Historique de l'amélioration des plantes

L'amélioration des plantes a une histoire ancienne qui se confond avec celle de l'agriculture elle-même :

- **Antiquité** : Les premiers agriculteurs sélectionnaient naturellement les plantes aux caractéristiques les plus intéressantes, en replantant les graines des meilleurs individus d'une récolte. C'est la sélection massale empirique.
- **XIXe siècle** : Avec l'avènement de la génétique moderne grâce aux travaux de Gregor Mendel (1865), les principes de la génétique appliquée ont commencé à être compris et appliqués pour améliorer les plantes de façon plus méthodique.
- **Début du XXe siècle** : La création de lignées pures et de variétés hybrides a permis de réaliser des gains importants en productivité, notamment avec les variétés de maïs hybride.
- **Révolution verte (années 1940-1970)** : Une série d'innovations dans les pratiques agricoles et l'amélioration des plantes (nouvelles variétés de blé, riz, maïs) ont permis d'augmenter massivement la production dans de nombreux pays en développement, réduisant ainsi la faim et la malnutrition.

- **Depuis les années 1980** : L'essor des biotechnologies a permis le développement des Organismes Génétiquement Modifiés (OGM), des techniques de sélection assistée par marqueurs (SAM) et, plus récemment, des techniques d'édition génomique (CRISPR).

0.3.Importance de l'amélioration des plantes en agriculture

L'amélioration des plantes joue un rôle central en agriculture pour plusieurs raisons essentielles :

- ✚ **Sécurité alimentaire** : En augmentant les rendements des cultures, elle contribue à nourrir une population mondiale en croissance rapide. Cela permet de produire plus avec les mêmes surfaces agricoles.
- ✚ **Adaptation aux changements climatiques** : L'amélioration permet de sélectionner des variétés résistantes à la sécheresse, aux températures extrêmes, et aux conditions de sol difficiles (comme la salinité), essentiels dans un contexte de changement climatique.
- ✚ **Réduction de l'utilisation des pesticides et des engrais** : Les variétés résistantes aux ravageurs et aux maladies nécessitent moins de pesticides, et celles avec une meilleure absorption des nutriments peuvent nécessiter moins d'engrais, ce qui est favorable à l'environnement.
- ✚ **Diversité génétique** : Elle permet de préserver et d'augmenter la diversité génétique des cultures, ce qui renforce la résilience des systèmes agricoles face aux crises sanitaires (épidémies de maladies des plantes) et environnementales.
- ✚ **Qualité nutritionnelle et gustative** : L'amélioration des plantes permet d'enrichir les variétés en vitamines, minéraux, et autres nutriments essentiels, ainsi que d'améliorer leur goût et leurs propriétés de conservation.

En somme, l'amélioration des plantes est une discipline stratégique pour le développement durable de l'agriculture et la sécurité alimentaire. Elle permet de relever des défis majeurs en adaptant les cultures aux besoins contemporains et aux défis environnementaux.

Unité 1. Rappel sur la génétique des plantes

1.1. Définition et historique de la génétique

La **génétique** est la science de l'hérédité qui étudie la façon dont les caractères se transmettent des ascendants aux descendants ainsi que les modifications que subissent ces caractères. La génétique fut fondée par le moine autrichien Gregor MENDEL (1822-1884) qui, au cours de ses expériences sur les végétaux (pois = *Pisum sativum*) publia en 1865 les premières lois de transmission des caractères qui portent son nom.

1.2. La génétique mendélienne

1.2.1. Notions fondamentales

Nous donnons ci-dessous l'explication des termes qui caractérisent le vocabulaire génétique et auxquels tout élève en génétique est sensé se familiariser.

- **Gène** : C'est tout facteur interne et héréditaire responsable d'un caractère précis. Exemple : la couleur du grain de blé, du riz. Est l'unité d'information qui détermine un caractère précis
- **Génome** : est l'ensemble de tous les gènes d'un individu. A titre d'exemple ; le génome d'une bactérie compte environ 200° gènes ; celui de l'homme est de 100 000.
- **Allèle** : c'est la forme que prend un gène. Ex : le gène de la couleur « couleur du grain » chez le maïs possède deux allèles ; violet et jaune.
 - **Allèle dominant** : c'est l'allèle qui apparait dans le phénotype et masque l'action de l'autre dit récessif. On le représente par la lettre majuscule (A), (R)...
 - **Allèle récessif** : c'est l'allèle dont l'action n'apparait pas dans le phénotype une fois en face d'allèle dominant. Il se manifeste dans le phénotype si l'individu est homozygote pour cet allèle. On le représente par la lettre minuscule (a), (b)...
 - **Allèles dominants** : il y a codominance ou dominance intermédiaire lorsque deux allèles d'un gène se manifestent chacun dans le phénotype. Celui-ci est alors un mélange de deux caractères. Par exemple une coloration intermédiaire ou tacheté si le gène se rapporte à la couleur. Exemple : BB x RR ; on obtient les fleurs roses RB.
- **Homozygote** : individu ou cellule dont les deux allèles pour un caractère sont identiques. Ex : AA ; aa ; VV....

- **Hétérozygote** : individu ou cellule dont les allèles pour un caractère sont identiques.
Ex : Aa, Li, Tt...
- **Un caractère génétique** : est un élément distinctif et héréditaire qui se rapporte à l'aspect morphologique ou physiologique d'un individu. Ex. la couleur du grain chez maïs ; la couleur de la fleur ; le groupe sanguins... Les caractères génétiques dépendent des facteurs internes appelés « gène ».
- **Espèce** : une espèce est un ensemble d'individus qui se reproduisent naturellement entre eux mais pas avec des représentants d'autres espèces. Si une reproduction survient entre individus d'espèces différentes, généralement les descendants sont stériles. Il arrive cependant que les hybrides obtenus soient féconds. C'est le cas du croisement entre le chien et le chacal ; un dromadaire et un chameau.
- **Variété ou race** : ce sont des variations observées au sein d'une même espèce. Exemple : Le haricot à graines jaunes et à graines noires sont des variétés d'une même espèce le *Phaseolus vulgaris*.
- **Lignée** : on appelle lignée en génétique, des individus issus d'une souche unique et qui n'ont pas été mêlés à des individus étrangers à cette lignée.
- **Lignée pure** : une lignée est pure pour un allèle, lorsque cet allèle se manifeste dans tous les individus de la lignée, à l'exclusion des autres allèles du gène. Ainsi, dans une lignée pure de maïs à grains violets, des croisements répétés donneront toujours des maïs à grains violets. Dans une lignée pure, les individus sont homozygotes par rapport à l'allèle considéré. **Observations** : Au départ d'une expérience en génétique, il est essentiel que les individus croisés soient homozygotes (appartiennent à une lignée pure pour les variétés choisies. Au cas contraire, l'expérimentation serait faussée dès le début.
- **Clone** : c'est plus qu'une lignée pure car c'est un ensemble d'individus qui ont exactement le même génome. Des individus issus d'une reproduction asexuée constituent un clone.

1.2.2. Monohybridisme

2.1. Définition :

C'est le croisement entre 2 individus (parents) de la lignée pure qui se distinguent par un seul caractère. Ce caractère peut être la forme d'une graine, la couleur d'une fleur, l'aspect d'une feuille et est déterminé par un gène.

2.2. Monohybridisme avec dominance

Il y a dominance, lorsque l'un des caractères dominant masque l'action de l'autre dit récessif.

• Expérience

On sème des grains blancs et des grains jaunes (parent) et quand les plants sont développés, on procède à l'hybridation. Au cours de cette hybridation, on doit éviter de réaliser l'autofécondation : chez les maïs les fleurs femelles (réunies en un épi volumineux à l'aisselle des feuilles) d'un pied arrivent à maturité après les fleurs mâles, elles sont alors fécondées par le pollen d'un autre pied.

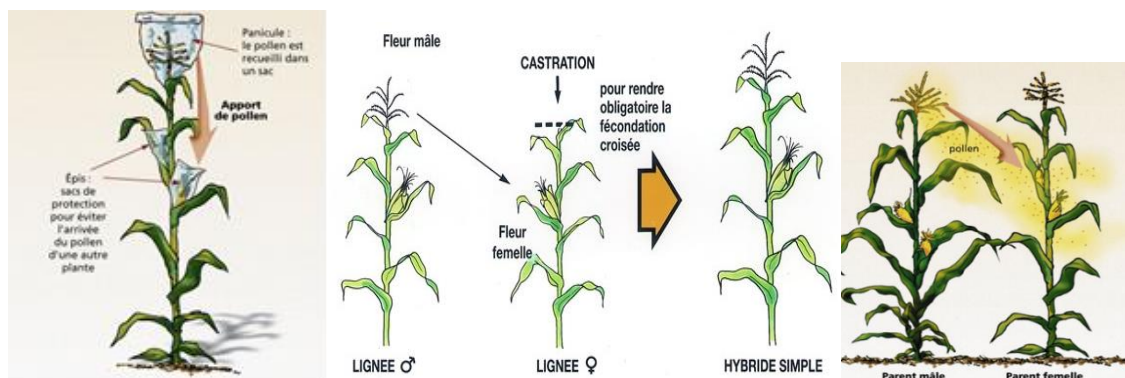


Fig. 38 : inflorescence protégée par un sac et fécondation croisée

• Constatation

Avec les grains de maïs à main, on constate que tous les hybrides (grains) sont blancs et semblables à l'un des parents (Bj). Le caractère jaune semble avoir disparu. C'est la première loi de Mendel formulée comme suite : *en première génération tous les hybrides sont uniformes (semblables). C'est une loi d'uniformité des hybrides.*

Plus tard, lors de la seconde saison, on sème les grains blancs ; lorsque les plants sont en maturités, on croise les hybrides de F₁ entre eux (autofécondation) c'est à dire on pollinise les fleurs : fleur mâle (Bj) × fleur femelle (Bj). Après fructification, on obtient des épis qui portent deux sortes de grains, la plupart de grains sont blancs cependant parmi eux se trouvent aussi des grains jaunes parsemés çà et là sur l'épi.

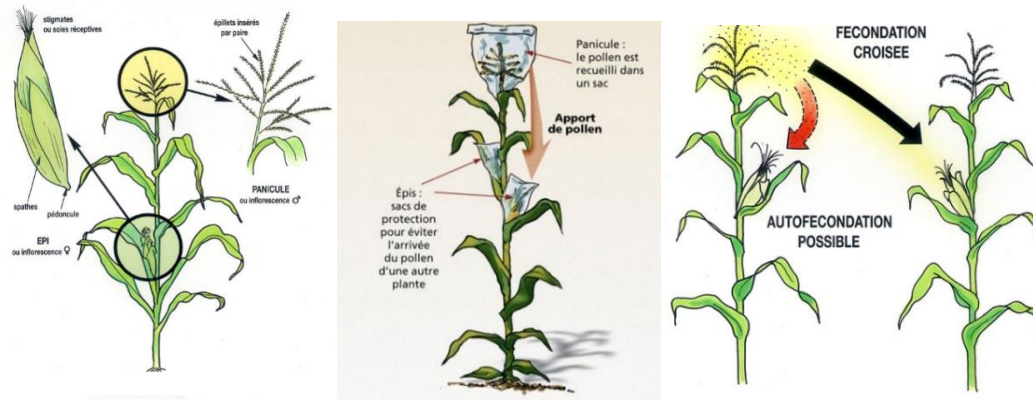


Fig. 39 : Autofécondation et fécondation croisée

● **Constatation**

On remarque qu'à la deuxième génération, le caractère jaune disparu réapparaît à l'état pur (non mêlé de blanc). C'est la deuxième loi de Mendel appelée *loi de pureté des gamètes ou loi de disjonction des caractères portés par les hybrides*.

* **Tableau phénotypique**

Blanc x jaune
 ↓
 Blanc

* **Formule génotypique**

Les parents (blanc et jaune) sont de la lignée pure et ils sont par conséquent homozygote, chacun d'eux forme un gamète portant un seul allèle. Les hybrides sont hétérozygotes et produisent deux gamètes chacun avec son allèle.

P : B B × j j
 g : B j
 F₁ : Bj (100 % blanc)
 F₂ : F₁ × F₁ = Bj × Bj

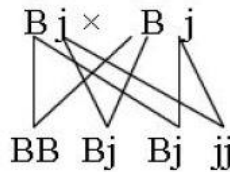
Pour calculer la F₂, on utilise plusieurs méthodes. Il convient à chacun de se familiariser avec une de ces méthodes.

Première méthode : échiquier

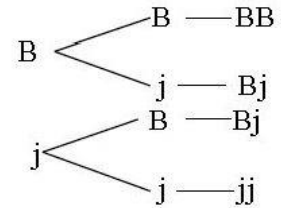
F₂

♀	B	j
♂	B	j
	BB	Bj
	Bj	jj

Deuxième méthode :
bifurcation de système branché



Troisième méthode :



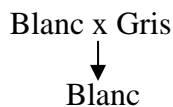
On obtient en F₂ :

- 3 génotypes différents : BB (1/4) ; Bj (2/4 = 1/2) ; jj (1/4)
- 2 phénotypes différents : - 1/4 + 2/4 = 3/4 ou 75 % blanc
- 1/4 ou 25 % jaune

Phénotypiquement on trouve qu'il y a 3 caractères blancs et 1 caractère jaune. C'est le rapport mendélien caractéristique de la dominance noté : 3 : 1 ou ¾ . ¼

Exemples : 1. On croise deux haricots l'un à pelage blanc et l'autre à pelage gris, on obtient en F₂ les haricots à pelage blanc. **Interpréter ces résultats.**

*** Tableau phénotypique**



*** Formule génotypique**

P : B B × g g
g : B g
F₁ : Bg (100 % blanc)
F₂ : F₁ × F₁ = Bg × Bg

F₂ :

♀	B	g
♂	B	g
	BB	Bg
	Bg	gg

On obtient en F₂ :

- 3 génotypes : BB (1/4), Bg (1/2), gg (1/4)
- 2 phénotypes : - 75 % (1/4 + 1/2 = 3/4) blanc
- 25 % (1/4) gris

2. Le croisement d'une plante à fleurs bleues avec une plante à fleurs rouges donne des plantes à fleurs rouges. Si l'on croise des plantes à fleurs rouges entre elles, on obtient en F₂, 27 bleues et 49 rouges. Interpréter ces résultats.

Solution**• Interprétation**

On constate dans ce croisement que le caractère rouge est dominant. Les parents sont homozygotes car les hybrides de la F₁ sont semblables.

*** Tableau phénotypique**

Bleu x Rouge
↓
Rouge

*** Tableau génotypique**

P : RR × bb

g : R b

F₁ : Rb (100% rouge)

F₂ : F₁ × F₁ = Rb × Rb

	R	B
R	RR	Rb
b	Rb	Bb

On obtient en F₂ :

- 3 génotypes : 1/4 RR, 1/2 Rb, 1/4 bb

- 2 phénotypes : - 75 % rouge = 49 plantes à fleurs rouges

- 25 % blanc = 27 plantes à fleurs bleues

2.3. Monohybridisme sans dominance

En plus du monohybridisme avec dominance (3/4.1/4), il existe d'autres cas où les trois génotypes sont reconnaissables. Il s'agit de :

- Cas de semi-dominance dans lequel les hétérozygotes présentent un caractère intermédiaire. C'est le cas du croisement entre une fleur rouge et fleur blanche qui produit des fleurs roses.
- Cas de codominance ou monohybridisme sans dominance chez lequel les deux caractères de deux parents sont tous exprimés comme tel chez l'individu hétérozygote. C'est le cas du croisement entre une poule blanche avec un coq noir qui produit des poussins tachetés (avec des taches noires et blanches)

Exemple : On croise deux lignées pures de belle de nuit, l'une à fleur rouge et l'autre à fleur blanche et on obtient les plantes à fleur roses. Les plantes à fleurs roses croisées entre elles donnent en F₂, 25 % des plantes à fleur rouges, 50 % de plantes à fleurs roses, 25 % de plante à fleur blanche. Interpréter ces résultats.

• Interprétation

En F₁, tous les hybrides sont semblables, mais on obtient 1 phénotype nouveau non parental intermédiaire entre les phénotypes parentaux. On parle de semi-dominance ou hérédité avec dominance intermédiaire, car aucun allèle ne domine l'autre. Dans le cas de semi-dominance et codominance, les allèles des parents sont représentés tous les deux par les lettres en majuscules. Dans le cas présent de semi-dominance, les deux caractères sont représentés par des lettres en majuscule : **R** pour le caractère Rouge et **B** pour le caractère blanc puisqu' aucun ne domine l'autre.

* Tableau phénotypique

Rouge x Blanc
↓
Rose

* Formules génotypiques

P : R R × B B

g : R B

F₁ : RB (100 % rose)

F₂ : F₁ × F₁ = B R × B R

	R	B
R	RR	RB
B	RB	BB

On obtient en F₂ :

- 3 génotypes (RR, 1/4 ; RB, 1/2 ; BB, 1/4)

- 3 phénotypes : 25 % rouge, 50 % rose et

25 % blanc

Dans le cas de l'hérédité avec dominance intermédiaire et monohybridisme sans dominance, on obtient en F₂ : 3 génotypes et 3 phénotypes dans le rapport mendélien suivant : 1/4 . 1/2. 1/4 ou 1-2-1.

Application

1. On croise deux lignées pures d'aubergine dont l'une est à fleur rouge et l'autre à fleur blanche. **Présenter le schéma de ce croisement et, interpréter les résultats à la F1.**
2. Chez la tomate, l'allèle A détermine la tige pourpre et son allèle récessif a donné la tige verte ; le fruit rouge dépend de l'allèle R alors que l'allèle r produit la couleur jaune des fruits. On croise deux plantes de tomate hétérozygotes pour ces deux couples d'allèle. **Quelles sont les proportions phénotypiques et génotypiques de la F2 ?**
3. Un Botaniste pollinise une plante à tige longue et à fleur rouge par une plante courte à fleur blanche. Il obtient les plantes à tiges longues dont les fleurs sont rouges. Il autoféconde les plantes de F1 et obtient : 175 plantes longues et rouges, 100 plantes longues et blanches, 98 plantes courtes et rouges, 35 plantes courtes et blanches.
 - a. *Donnez les génotypes des parents*
 - b. *Donnez les génotypes des hybrides de F1*
 - c. *Donnez en termes de proportion tous les génotypes des plantes longues et rouges.*
 - d. *Quels sont les génotypes des phénotypes recombinés ?*
 - e. *Quels sont les génotypes des plantes courtes et blanches ?*
 - e. *Quelle est la proportion mendélienne caractéristique de ce croisement ?*
5. Le croisement d'une variété de pois à graines lisses et à feuilles munies de vrilles avec une variété à graine ridées et à feuilles sans vrilles produit des graines lisses et à feuilles munies de vrilles. Le croisement de F₁ entre eux donne :
 - 800 pois à gaines lisses et à feuilles munies de vrilles
 - 650 pois à graines ridées et à feuille munie de vrilles, - 450 pois à graines lisses et à feuilles sans vrilles, - 300 pois à graines ridées et à feuilles sans vrilles. **Interprétez ces résultats.**

Unité 2. Types d'améliorations (sélections)

2.1. La sélection massale

La sélection massale consiste à choisir les plantes les plus vigoureuses ou celles qui produisent les plus dans une population, puis à utiliser leurs graines pour les prochaines générations. Elle est simple mais peu précise, car elle ne contrôle pas les caractéristiques individuelles.

a) La sélection massale unique

Principe : La sélection massale est basée sur l'utilisation des meilleurs produits d'une récolte pour installer la culture suivante.

❖ **Marche de l'opération** :

1^{ère} Année : Dans un champ de culture, au moment de la récolte, on choisit le plus grand nombre de plantes présentant les caractères désirés (rendement, couleur, forme, résistance aux maladies et ravageurs, etc.), on les récolte séparément.

2^{ème} Année : Les graines retenues sont semées sur une petite parcelle (1m²) pour être multipliées.

3^{ème} Année : On continue à multiplier les graines retenues sur des parcelles de plus en plus grandes jusqu'à l'obtention d'une quantité suffisante pour semer le grand champ. À ce moment, la vieille semence est abandonnée.

b) La sélection massale Annuelle

Principe : Pour augmenter les chances d'amélioration, chaque année, on choisit des beaux plants qui donneront la semence de l'année suivante.

❖ **Marche de l'opération** :

Dans le grand champ, on choisit un bon nombre de beaux sujets qui sont récoltés séparément pour donner la semence de l'année suivante.

c) La sélection massale avec séparation des formes

Principe : on sélectionne plusieurs types de plants différents en même temps. On les compare entre eux pour ne garder que les meilleurs. Cette sélection est indiquée lorsque la population est très hétérogène.

❖ **Marche de l'opération** :

1^{ère} Année : Dans le champ de culture, on choisit 3 ou 4 types de plants qu'on récolte séparément (soit A, B et C).

2^{ème} Année : Séparément on établit 3 ou 4 petites parcelles. On compare la récolte de chacune de ces parcelles et on élimine les moins belles (récolte).

3^{ème} Année : On multiplie dans des champs séparés les types restant puis on compare les récoltes et on fait un choix définitif.

4^{ème} Année : Le grand champ est fait avec les semences de la parcelle de multiplication.

NB : Cette méthode est difficile pour les plantes allogames pour lesquelles on est obligé de séparer les champs de multiplication par de grandes distances.

d) Valeur de la sélection massale

❖ Avantages :

- C'est une méthode simple, à la portée de tous ;
- Elle a un degré élevé d'adaptation générale et aussi mieux adaptée aux conditions extrêmes d'environnement (chaleur, froid, etc.) ;
- Cette technique de relai d'une génération à la suivante, a été et demeure très efficace pour les caractères héréditaires.

❖ Inconvénients : -

- Le choix des plants est basé sur l'aspect extérieur d'où risque d'erreurs (sols de fertilité inégale, caractères défavorables cachés...) ;
- Elle doit être recommencée périodiquement car les résultats ne sont pas durables ;
- La sélection basée sur les phénotypes semblables ne rassure pas que toutes les plantes sont homozygotes, les plantes hétérozygotes pourraient faire partie du groupe et ségréguer dans les futures générations.

Exemple d'Amélioration basée sur la sélection massale

- Prendre les semences sur les plus beaux plants ;
- Trier les graines ;
- Enlever ou émasculer les plants ou organes anormaux ;
- Choisir pour chaque type de terrain la variété qui convient mieux.

2.2. La sélection généalogique

1) Généralités

La sélection généalogique est une sélection basée sur les caractères internes des plantes (génotypes). Cette méthode suit les lignées familiales des plantes, en sélectionnant les plantes avec des caractéristiques désirables sur plusieurs générations pour établir des lignées pures.

- 2) **But** : Isoler une série de descendants issus d'un même parent pour les comparer entre eux et déterminer leurs caractères grâce aux lois de Mendel. On ne gardera que les caractères les plus intéressants. Le sélectionneur ne crée rien de nouveau mais cherche un rendement maximum des caractères des parents.

3) Documents des stations de sélection

Pour éviter les erreurs, confusions, les stations de sélection (qui travaillent sur un grand nombre de plants) sont obligées de tenir plusieurs livres.

a) Le registre des échantillons

Chaque échantillon qui entre à la station est inscrit avec la date d'entrée, son origine, sa description.

b) Le livre généalogique

Toutes les plantes qui sont utilisées par la station sont enregistrées avec leur nom ou numéro et avec des caractéristiques de la variété.

4) Méthodes principales de création de nouvelles lignées pures

Quatre principales méthodes de la création des lignées pures

a) Méthode généalogique directe

La sélection commence en F₂, en partant de F₂ très hétérogène, des autofécondations successives et des sélections importantes aboutissent à la création d'une nouvelle lignée très fortement homozygote pour les caractères agronomiques.

Principe: à chaque génération, on choisit des plantes intéressantes et on attend la génération suivante pour voir si le caractère retenu s'extériorise à nouveau et de façon homogène.

- **F₂**: choix de quelques épis ou fruits de la F₂ en fonction de phénotypes (caractères anatomiques, morphologiques et physiologiques) qui les portent.
- **F₃**: les graines de chaque fruit ou épi sont semées sur une ligne. Le sélectionneur retient quelques fruits ou épis lignes en fonction de leur phénotype.
- **F₄**: pour chaque fruit ou épi retenu, le sélectionneur garde cinq plantes. Les graines de chaque plante (fruit ou épi) seront semées en ligne pour former des lignées. L'ensemble des fruits ou des épis issu d'une même plante formera une famille (famille de lignées)

Les plantes non retenues et provenant de la même série seront mélangées et semées dans une petite parcelle pour commencer l'étude du comportement. Si le travail se révèle intéressant, le sélectionneur poursuit le travail.

- **F₅**: le sélectionneur applique la même méthode de travail qu'en F₄, mais la sélection se fait à l'intérieur des familles. Pour chaque famille retenue, on sème les fruits ou épis-lignes les dix plus belles plantes.

- **F6-F7-F8:** c'est à ces générations que se font les essais de rendement, l'étude de comportement vis-à-vis des conditions climatiques, la résistance vis-à-vis de ravageurs et parasites. Cela aboutit à l'obtention des plantes homogènes.

Les plantes retenues en F8 (futures variétés lignées pures) sont remises au Service National de Semences (SENASSEM) pour leur inscription au catalogue officiel (tableau 5).

L'inscription au catalogue officiel ouvre la porte de la sélection conservatrice, c'est-à-dire l'obtenteur a le feu vert pour produire des semences.

- **F9-F10:** les lignées pures sont soumises aux tests Distinction-Homogénéité-Stabilité (DHS) et Valeur Agronomique et Technologique (VAT) pour leur inscription au catalogue officiel. Ces tests débouchent sur l'acceptation ou le refus des lignées pures pour leur inscription au catalogue officiel congolais.

Tableau 1 : schéma de la méthode généalogique directe

Année	Génération	Croisement 0 X 0	Effectif des plantes cultivées	Effectif des plantes sélectionnées
2023	F1	Hybrides	50	50
2024	F2	hybrides	5.000	250
2025	F3	lignées	250	125 plantes dans 50 lignées
2026	F4	Familles de lignées	125	90 plantes dans 40 lignées
2027	F5	Familles de lignées	90	80 plantes dans 35 lignées
2028	F6	5 lignées	80	15
2029	F7	Multiplication 3 lignées et essai de rendement avec répétition	15	4
2030	F8	Lignées en essais de rendements avec répétition	4	1
2031	F9	Choix d'une lignée Essai de rendement et inscription au	1	1
2032	F10	catalogue national	1	1

b) Méthode généalogique indirecte ou différée (méthode BULK)

Principe: le sélectionneur laisse la population de départ F2 s'autoféconder pendant plusieurs générations. La sélection commence à partir de F5, la technique de travail est la méthode BULK utilise la même méthode que celle de généalogique directe.

c) Méthode généalogique par filiation monograinne ou méthode S.S.D. (Single Seed Descent)

Principe: pendant six à sept générations, le sélectionneur prélève une graine par plante et resème. Il garde ainsi un exemplaire de chaque plante de population de départ.

d) Haplodiploïdisation

L'haplodiploïdisation (HD) est une méthode d'obtenir de plantes haploïdes à des gamètes, qui deviennent diploïdes en doublant le nombre des chromosomes. Les pollens sont récoltés en F2, mis en milieu de culture pour donner les plantes haploïdes dont le nombre de chromosomes sera doubler par le traitement à la colchicine).

5) Types de semences chez les lignées pures

- ✚ Les semences de départ (semences souches) sont les semences de la génération zéro (GO);
- ✚ Semences de pré-base sont les semences produites entre les générations 1 et 3;
- ✚ Les semences de base sont produites en G4;
- ✚ Les semences certifiées sont celles produites en G5 ou première reproduction (R1);

Par dérogation on peut autoriser la deuxième reproduction ou R2 ou G6.

Tableau 2 : Classification de semences et couleur des étiquettes

Catégorie	Code	Couleur étiquette
Semence de pré base	A	Bande violette sur blanche
Semence de base	B	blanche
Semence certifiée de la première reproduction (R1)	C1	Bleue
Semence certifiée de la deuxième reproduction (R2)	C2	Rouge
Semence de Qualité Déclarée	SQD	Verte

2.3. Hybridation

1. Définition

L'hybridation est la fécondation croisée de l'ovule d'une plante par les pollens d'une autre plante de la même espèce. Les individus issus de ce croisement sont appelés hybrides, ils constituent la première génération ou filiation, notée F_1 . Ces hybrides croisés entre eux produisent des individus qui forment la seconde génération, notée F_2 .

2. Importance

L'hybridation permet de combiner les caractéristiques (nouveaux caractères) de deux lignées pures dans un génotype nouveau susceptibles d'améliorer encore les résultats obtenus par la sélection.

3. Types d'hybridation

1. Hybridation interspécifique

C'est l'hybridation qui s'opère entre espèces différentes appartenant au même genre. Exemple : *Coffea arabica* (44) X *Coffea robusta* (22) = Arabusta

2. Hybridation intraspécifique

Elle s'opère dans l'espèce généralement du même genre. Exemple : Zizila x Obama

4. Étapes d'hybridation

D'une manière générale, les étapes de l'hybridation sont :

- Choix de parents ;
- Isolement des inflorescences femelles et males ;
- Récolte de pollens ;
- Émasculature ;
- Croisement
- Isolement de fleurs croisées jusqu'à la réussite de l'opération.

NB : Les phases de l'hybridation sont représentées par des symboles suivants :

P : parents de la lignée pure

g : gamètes

F_1 : hybride constituant la première filiation

F_2 : individus qui constituent la seconde génération obtenus en croisant des hybrides entre eux ($F_2 = F_1 \times F_1$)

× : croisement

2.4. Rétrocroisement (Back cross) et Test cross

1. Rétrocroisement ou back cross

C'est un croisement qui se réalise entre un hybride de F₁ et un parent homozygote récessif ou dominant (F₁ x P). Ce croisement produit 50 % homozygote et 50 % hétérozygote dans la proportion mendélienne 1/2 . 1/2 .

Exemples :

1. on croise une fleur à corolles longs avec une fleur à corolles courts, on obtient en F₁ les fleurs à corolles longs. Déterminer la proportion phénotypique et génotypique des souris a oreilles longue, en les croisant avec un parent homozygote dominant ou récessif

- **Hybride avec un parent homozygote dominant : Lc x LL**

* **Tableau phénotypique**

Long x Court
↓
Long

* **Formule génotypique**

P: LL x cc

G: L c

F₁: Lc

F₂: Lc x LL (back cross)

F₂:

	L	c
L	LL	Lc
L	LL	Lc

En F₂, on obtient:

- 2 genotypes 1/2 LL, 1/2 Lc

- 1 Phénotype : 100 % fleur à corolles longs

- **Hybride avec un parent homozygote récessif : Lc x cc**

* **Tableau phénotypique**

Long x Court
↓
Long

*** Formule génotypique**

P : LL x cc

G : L c

F₁ : LcF₂ : Lc x cc (test cross et back cross)

F₂ :

	L	c
c	Lc	cc
c	Lc	cc

En F₂, on obtient :

- 2 génotypes : ½ LL, ½ cc

- 2 Phénotypes : 50 % fleur à corolles longs et 50 % fleur à corolles courts

2. Un radis peut être long (LL), rond (RR) ou ovale (LR). Des plantes à radis longs sont croisées avec des plantes à radis ovales. Les enfants F1 ainsi produits sont croisés au hasard. Donnez les proportions des différents phénotypes obtenus en F2.

Solution*** Formules génotypique**

P : LL x LR

g : L, L, R

F₂ :

	L	R
L	LL	LR

- 2 phénotypes : 50 % radis long et 50 % radis ovale
- 2 génotypes : LL (½) et LR (½)

2. Test cross

C'est un croisement entre un hybride et un parent homozygote récessif tout court (Lc x cc). Le test cross est une technique qui permet de déterminer sans difficulté les génotypes d'un individu inconnu. Dans le cas de test cross, on obtient 50 % homozygote et 50 % hétérozygote dans la proportion mendélienne 1/2.1/2 caractéristique de test cross et back cross.

Exemples :

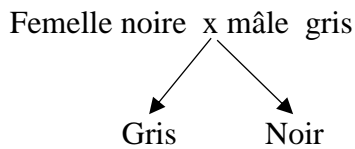
1. Chez la mangue, l'allèle récessif **b** est responsable de la couleur noire de l'écorce alors que l'allèle sauvage **B** détermine le feuillage gris. Quels résultats peut-on attendre d'un croisement entre une femelle noire et un mâle gris dont le père étant noir ?

Solution

*** Interprétation**

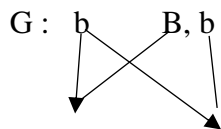
La femelle a un phénotype récessif noir : elle est donc homozygote bb. Le mâle est dominant et possède au moins un allèle dominant B et est hétérozygote Bb. Les résultats attendus sont ceux d'un croisement test : 1/2 .1/2.

*** Tableau phénotypique**



*** Formule génotypique**

P : bb x Bb



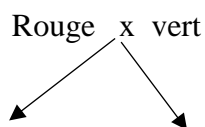
F₂ : Bb bb

Gris (50 %) Noir (50 %)

2. On croise une plante à fleurs rouges avec une autre de couleurs vertes. On obtient 50 % des plantes à fleurs rouges et 50 % des plantes à fleurs vertes. Expliquez ces résultats.

Solution

*** Tableau phénotypique**



Rouge (50 %) vert (50 %)

*** Formule génotypique**

P:RR x vv

G:R v

F₁: Rv

F₂: Rv x vv (test cross et back cross)

/	R	v
---	---	---

F₂ :

v	Rv	vv
v	Rv	vv

En F₂, on obtient :

- 2 génotypes $\frac{1}{2}$ Rv, $\frac{1}{2}$ vv

- 2 Phénotypes : 50 % fleurs rouges et 50% fleurs jaunes

2.5. Mutations génétiques

1. Définition

Ce sont des variations brusques ou modifications soudaines du génome conduisant au changement de phénotype de l'individu affecté.

2. Agents mutagènes

Il n'y a pas de raisons qui justifient les mutations dans la nature. Elles sont aléatoires, mais leur fréquence d'apparition peut être augmentée par des mutagènes qui sont :

- **Les radiations ionisantes** : le rayon x (radiologie), le rayon gamma (produit par les substances radio actives comme des appareils téléviseurs), les rayons ultraviolets (u.v.) émis par le soleil cependant arrêtés en grande partie par la couche d'ozone (O₃) de l'atmosphère ;
- **Des substances chimiques** comme hydrosilamine et autres, l'uranium peut modifier la conformation des bases azotées sur l'ADN et perturber la réplication ;
- La température anormalement élevée accroît le nombre des mutations ;
- Certains virus sont également des agents mutagènes ;

3. Types de mutations

On distingue les mutations somatiques et les mutations géniques ou germinales

* *les mutations sont dites somatiques* : lorsqu'elles concernent les cellules du corps. Ces genres de mutations ne sont pas héréditaires et peuvent être à la base de différentes cellules du corps chez le même individu. Dans les foies de l'homme adulte par exemple on trouve des cellules qui contiennent 8 n chromosomes.

* *les mutations sont dites germinales* : lorsqu'elles affectent le matériel génétique et sont héréditaires. Elles peuvent être à la base de perte d'une base azotée, de l'insertion d'une base supplémentaire, des changements de position d'une paire de base. C'est le cas de la drépanocytose.

4. Les effets des mutations

De leur nature les mutations se produisent au hasard, elles sont héréditaires, récessives et néfastes. Elles sont aussi sources d'adaptation et de nouvelles variétés d'espèces (souris albinos, drosophile aux yeux rouges vif, drépanocytose).

Unité 3. Matériel végétal d'amélioration

1. **Les pollens et ovules** : ce sont des organes reproducteurs des végétaux utilisés dans la création des lignées pures, variétés et clones.
2. **Graines et grains** : ce sont des matériels utilisés dans la multiplication des espèces végétales ne se reproduisant pas par voie asexuée (génération).
3. **Les clones** : Matériels utilisé dans la production des espèces diploïdes et se reproduisant difficilement par voie sexuée.
4. **Les explants** : ils sont utilisés en amélioration pour la multiplication rapide des plantes in situ, in vivo et in vitro.

NB : Toute action menée dans l'amélioration de plantes cultivées visant la création des nouvelles variétés passe obligatoirement par la multiplication sexuée.

Unité 4. Produits utilisés dans l'amélioration

1. Hormones (Phytohormones ou Régulateurs de croissance)

a) Définition

Une hormone est un composé organique qui, synthétisé dans une partie de la plante et transloqué dans une autre partie, cause une réponse physiologique, à de très faibles concentrations.

b) Utilisations

- Les hormones végétales dirigent les processus de croissance et de développement ;
- Elles sont impliquées dans les mécanismes spécifiques de division, d'élongation et de différenciation cellulaire ;
- Elles sont utilisées dans le contrôle de cultures in vitro de cellules, de tissus, des organes ou de plantes entières,

Exemples : les auxines, les cytokines, les gibbérellines, etc.

2. La colchicine

a) Définition

C'est un alcaloïde tricyclique très toxique, extrait au départ des colchiques d'automne.

b) Utilisations

- La modification des chromosomes ;
- L'induction de la polyploïdie dans les cellules en cours de mitose ;
- La réalisation d'un caryotype ;
- L'obtention des individus diploïdes homozygotes directement à partir de gamètes ;
- La production des lignées pures en quelques mois au lieu de 8 à 10 ans par la technique classique d'autofécondation.

3. L'alcool et eau oxygénée

a) Utilisations

- Grace à ses propriétés bactéricides, fongicides et oxygénantes, elle permet (eau oxygénée) de protéger les plantes contre les nuisibles
- Elle offre un supplément d'oxygène et stimule la germination et la levée de la dormance de certaines espèces végétales (eau oxygénée)

- Ils sont utilisés dans la désinfection des équipements utilisés en amélioration et lors de certaines pratiques liées à l'amélioration comme stérilisant (castration, hybridation artificielle, etc.).

Unité 5. Matériel d'amélioration

Les matériels ci-dessous sont nécessaires dans la réalisation des opérations phytotechniques d'amélioration des plantes cultivées. Il s'agit de :

- a) Enveloppes, sachets**
- b) Ciseaux, sécateurs, couteaux**
- c) Pinces, pinceaux**

Usages

- Ils sont utilisés lors de l'hybridation artificielle
Exemple : les couteaux: les lames coupent le sommet de la plante pour éliminer les panicules lors de la castration et récolte de grains de pollen.
- Les sachets servent dans l'isolement des inflorescences mâles et femelles pour empêcher toute autofécondation ;
- Les grains de pollen ainsi récoltés, sont enveloppés (dans les enveloppes) pour l'hybridation ultérieure (selon l'espèce végétale) ;
- Certaines graines issues de la fécondation sont placées dans les enveloppes pour la conservation ;
- Les pinceaux sont utilisés lors de l'usage de la colchicine dans les cultures in vitro et lors de l'hybridation artificielle.

Unité 6. Différentes opérations phytotechniques d'amélioration

6.1. Récolte et conservation des grains de pollen

1. La castration (émasculatation)

a) Définition

C'est la suppression des étamines du parent femelle avant toute autofécondation ou toute fécondation croisée. Elle se fera toujours avant l'ouverture de la fleur.

b) But

Cette opération a pour but d'empêcher l'un de parent (mâle) utilisé dans un croisement contrôlé d'assurer son rôle normal. Elle permettra d'éviter l'autofécondation.

La castration peut être obtenue par différentes voies :

- **Génétique:** l'utilisation des individus males stériles.
- **Chimique :** la pulvérisation sur la fleur de produits gamétocides sélectifs.
- **Mécanique :** l'enrobage de panicules à l'aide d'un film plastique, l'utilisation d'un appareil aspirateur ou de l'eau tiède selon le cas.
- **Manuelle :** l'extirpation manuelle des organes males de la fleur.

NB : la technique d'émasculatation diffère d'une plante ou d'un groupe de plantes à une (un) autre.

2. La pollinisation

a) Définition

La pollinisation est un mode de reproduction des plantes angiospermes et gymnospermes. C'est un processus de transport d'un grain de pollen depuis l'étamine (organe mâle) vers les stigmates (organe femelle).

❖ Systèmes de pollinisation

- La pollinisation par le vent (anémophilie) exige une émission d'une grande quantité de pollens très légers, une organisation florale favorisant leur émission et une réduction des pièces florales n'ayant de fonction dans la pollinisation;
- La pollinisation par les animaux et principalement par les insectes (entomophilie) requiert d'autres dispositifs telles que la coadaptation de l'activité de pollinisateur et de la floraison des plantes, le développement des dispositifs floraux favorisant la visite de pollinisateurs pour l'enlèvement du pollen produit et l'accueil du pollen étranger: couleur de fleurs, présence de nourriture (nectar et pollen), odeurs et médiateurs chimiques attirant les insectes. Il existe d'autres systèmes de pollinisation.

La zoogamie est le transport du pollen par les animaux. C'est le phénomène le plus courant, il concerne 4/5^{ème} des cas de pollinisation. Les insectes contribuent à la reproduction de 90% des 250000 espèces angiospermes (espèces à fleurs) recensées dans le monde

- L'anémogamie correspond au phénomène de transport de pollens par le vent. Ce dernier va pouvoir transporter le pollen d'une plante à l'autre. Dans 1/5^{ème} des cas, la fécondation se fait par cette voie ;
- L'hydrogamie correspond au transport du pollen par l'eau. Ce phénomène reste très marginal et ne concerne que quelques plantes dont le pollen est de forme très allongée (POUVREAU, 2004).

❖ **Autoincompatibilité**

L'autoincompatibilité est due à l'impossibilité pour le pollen de féconder la plante dont il est issu.

3. Isolement

L'isolement des fleurs peut se faire en entourant la fleur d'un sac imperméable ou en éloignant suffisamment les champs de 2 lignées différentes de même espèce). Cette opération permet d'empêcher l'influence de pollen étranger.

La pollinisation par du pollen étranger est évitée en isolant le champ. Les distances d'isolement sont fixées par les règlements techniques de certification (300 m pour le maïs, 500 m pour le tournesol).

6.2. L'Expérimentation

1. Définition

L'expérimentation c'est un ensemble d'expériences conduites dans les conditions variables en vue de découvrir des faits nouveaux, ou de confirmer ou infirmer les résultats de la recherche.

La procédure de l'expérimentation comprend :

- Définir le problème
- Déterminer les objectifs
- Sélectionner les traitements, le matériel expérimental et le dispositif expérimental
- Décider sur le nombre de répétitions à considérer
- Identifier les données à prélever
- Prévoir l'analyse statistique à mener
- Conduire l'expérience au champ ou au labo
- Analyser les données et interpréter et reporter les résultats de l'expérience.

A. Les Champs d'expérience

0. Généralités

Le terrain qui est destiné à l'expérimentation se partage en parcelles. Les parcelles doivent être d'égale grandeur, parce qu'une petite erreur sur les dimensions de parcelles représente une grande erreur à l'interprétation des résultats. On introduit les piquets dans le sol à l'intérieur de la parcelle et la corde est placée à l'intérieur de piquet.

Chaque parcelle, chaque traitement et chaque répétition doivent être étiquetés. Sur chaque étiquette, on écrit l'initiale de chaque répétition et traitement, par exemple R1 T0, R2T1, etc.

1. Champ d'essai

Le champ d'essai a pour but d'expérimenter une technique ou de vérifier une hypothèse scientifique dont le chercheur ne connaît pas le résultat.

2. Champ comparatif

Il sert à comparer la valeur de certaines techniques (doses, performance entre variétés ou pratiques culturales, etc.) par rapport à un témoin.

3. Champ de démonstration

Le champ de démonstration permet à vulgariser une technique, un produit ou une variété (la faire connaître et montrer ses avantages).

4. Qualités d'un Champ d'expérience

- Le terrain doit être homogène
- Le dispositif à l'intérieur du champ doit limiter le nombre d'erreurs possibles
- Les travaux doivent être soignés et réalisés en même temps sur tout le champ.
- Les parcelles doivent être délimitées clairement et mesurées exactement et avoir les mêmes dimensions.

Lorsqu'on désire établir un nouveau champ d'expérience, il faut faire au préalable une étude pédologique et topographique.

NB : Une parcelle est une unité expérimentale dans laquelle on affecte un traitement. Le traitement peut être une variété une dose d'engrais qu'on souhaite étudier l'effet.

B. Méthodes d'expérimentation

I. Méthodes des souples students

Soit à comparer les variétés A, B, C et Témoin T.

Procédure : On divise le champ d'expérience en un certain nombre de parcelles de mêmes dimensions. L'attribution des différents traitements (variétés...) dans les parcelles est aléatoire, il suffit que chaque traitement soit répété dans un même nombre de fois que tous.

Travaux : le champ d'expérience doit être très uniforme. Les travaux (prospection, délimitation, piquetage, etc.) doivent être effectués de la même façon, à la même époque et si possible par la même personne. Le nombre de répétition est fonction de nombre de traitement.

Récolte : on commence d'abord par enlever la bordure de chaque parcelle ensuite on récolte séparément tout en pesant la récolte de la surface utile de chaque parcelle (les données sont enregistrées dans un carnet).

Résultats : les résultats obtenus dans cette méthode seront comparés (chaque traitement d'un bloc) au témoin. De plus on peut comparer la somme de chaque traitement.

Limite : la méthode des couples students ne convient pas pour faire des essais de fumure. Elle servira surtout à des essais des variétés tels que les essais comparatifs lors de la sélection généalogique.

II. Méthodes des Blocs-Fisher

On dispose d'au moins A répétitions qui peuvent être séparées par blocs dans le temps et dans l'espace. Chaque bloc est divisé en parcelle de mêmes dimensions. L'uniformité de chaque bloc doit être parfaite.

Usage : on utilisera les Blocs-Fisher pour voir l'adaptabilité des différentes variétés (en fin de sélection par exemple).

Travaux : ils seront effectués dans chaque bloc de la même façon.

Récolte : on éliminera les bordures et les lignes extérieures de chaque parcelle, le reste est récolté et pesé séparément.

Résultats : cette méthode permet surtout de percevoir l'influence du sol ou du climat (écologie) sur chaque variété. On peut aussi, par cette méthode, comparer la valeur de différentes variétés.

III. Méthodes du Carré Latin

Soient, les variétés A, B, C et un témoin T ; la surface est divisée en autant de lignes et colonnes qu'il y a des variétés à étudier plus le témoin. Les traitements seront répartis de manière aléatoire pour avoir une répétition complète dans chaque colonne et chaque ligne.

Travaux et récolte : ils sont effectués comme pour la méthode des couples students.

Résultats : cette méthode permet d'éliminer complètement l'influence du terrain. Elle est spécialement indiquée dans les essais de fumure et des méthodes culturales.

Table des matières

0. Généralités sur l'amélioration des plantes	1
Unité 1. Rappel sur la génétique des plantes	3
1.1. Définition et historique de la génétique	3
1.2. La génétique mendélienne	3
1.2.2. Monohybridisme	4
Unité 2. Types d'améliorations (sélections)	11
2.1. La sélection massale	11
2.2. La sélection généalogique	12
2.3. Hybridation	16
2.4. Rétrocroisement (Back cross) et Test cross	17
1. Rétrocroisement ou back cross	17
2.5. Mutations génétiques	20
1. Définition	20
2. Agents mutagènes	20
3. Types de mutations	20
4. Les effets des mutations	20
Unité 3. Matériel végétal d'amélioration	21
Unité 4. Produits utilisés dans l'amélioration	22
Unité 5. Matériel d'amélioration	24
Unité 6. Différentes opérations phytotechniques d'amélioration	25
6.1. Récolte et conservation des grains de pollen	25
6.2. L'Expérimentation	26
Bibliographies	31

Bibliographies

- Acquaah, G. (2012). Principles of Plant Genetics and Breeding. John Wiley & Sons.
- Ahloowalia, B. 1998. In-vitro techniques and mutagenesis for the improvement of vegetatively propagated plants. Somaclonal variation and induced mutations in crop improvement. Springer: 293–309.
- Ahloowalia, B. et Maluszynski, M. 2001. Induced mutations—A new paradigm in plant breeding. *Euphytica*, 118(2): 167–173.
- Allard, R.W. (1999). Principles of Plant Breeding. John Wiley & Sons.
- BAUDOIN J.P., DEMOL J., LOUANT B.P., MARECHAL R, MERGEAL G., OTOUL E. (2003), Amélioration des plantes, application aux espèces cultivées en régions tropicales, Presse agronomique de Gembloux, Gembloux, 581 pages.
- BRYGOO Y. et ali, *Génétique et hérédité*, in Grande encyclopédie alpha des sciences et des techniques. Biologie I, Kister, Genève-Erasme, Bruxelles-Anvers, p.229.
- BRYGOO Y. et ali, *Génétique et hérédité*, in Grande encyclopédie alpha des sciences et des techniques. Biologie I, Kister, Genève-Erasme, Bruxelles-Anvers, p.206.
- BRYGOO, *Cycle de reproduction et sexualité*, in Grande encyclopédie alpha des sciences et des techniques. Biologie I, Kister, Genève-Erasme, Bruxelles-Anvers, p.206.
- Ceccarelli, S., & Grando, S. (2007). Decentralized-participatory plant breeding: an example of demand-driven research. *Euphytica*, 155(3), 349-360.
- DUHOUX E., *Les milieux d'eau douce*, in Grande encyclopédie alpha des sciences et des techniques. Biologie III, Kister, Genève-Erasme, Bruxelles-Anvers, p.113.
- Gao, C. (2021). Genome engineering for crop improvement and future agriculture. *Cell*, 184(6), 1621-1635.
- GILBERT L., *A l'école de l'écologie*, in Revue Lum Vitae, Bruxelles, n°1 mars 1993
- LOUVEAUX J., 1984. Les traitements phytosanitaires et les insectes pollinisateurs. In Pollinisation et productions végétales. P. Pesson & J. Louveaux (eds). INRA Paris, 565-575.
- NABORS M. (2009), Biologie végétale, structure, fonctionnement, écologie et biotechnologie, Nouveaux horizons, Paris, 614pages
- POUVREAU A., 2004. Les insectes pollinisateurs. La bibliothèque du naturaliste, 190p.
- Puchta, H., & Fauser, F. (2014). Gene targeting in plants: 25 years later. *International Journal of Developmental Biology*, 58(6-8), 431-442.
- Singh, B.D., & Singh, A.K. (2015). Plant Breeding: Principles and Methods. Kalyani Publishers.

ANNEXE 1. FIGURES ET SCHEMAS DE SELECTION

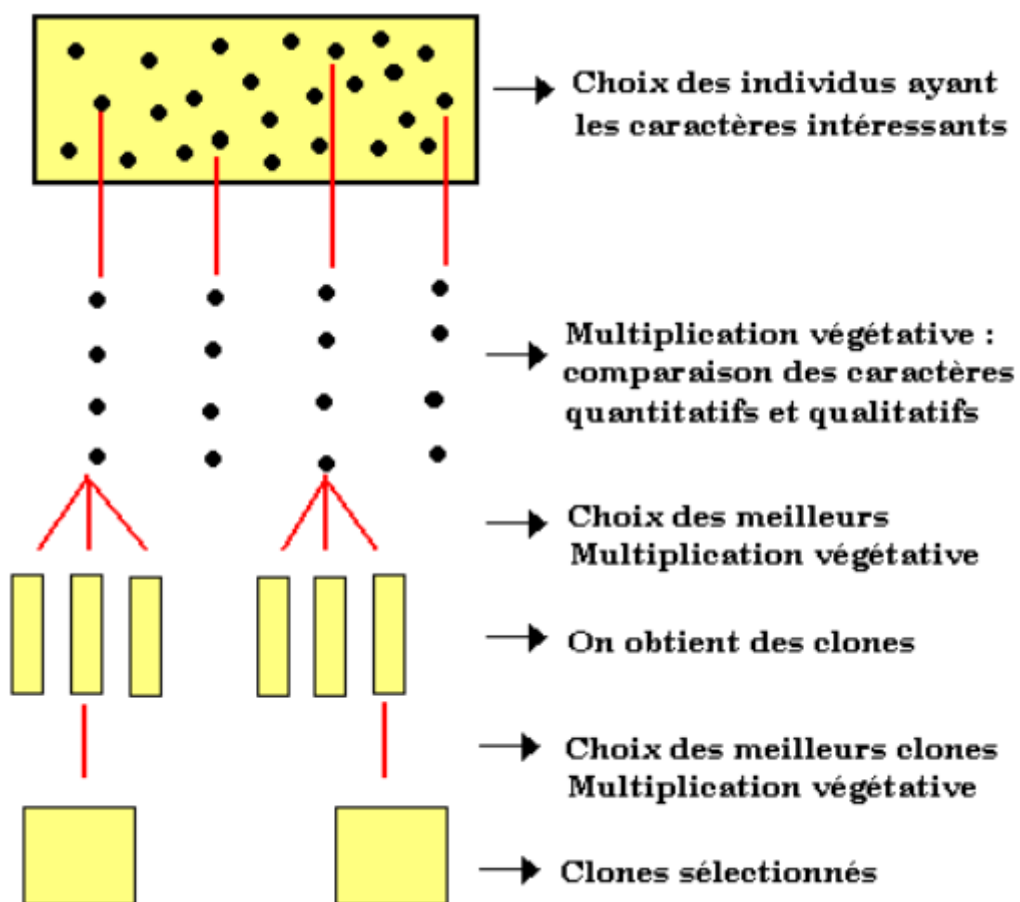


Figure 1. Schéma de sélection clonale

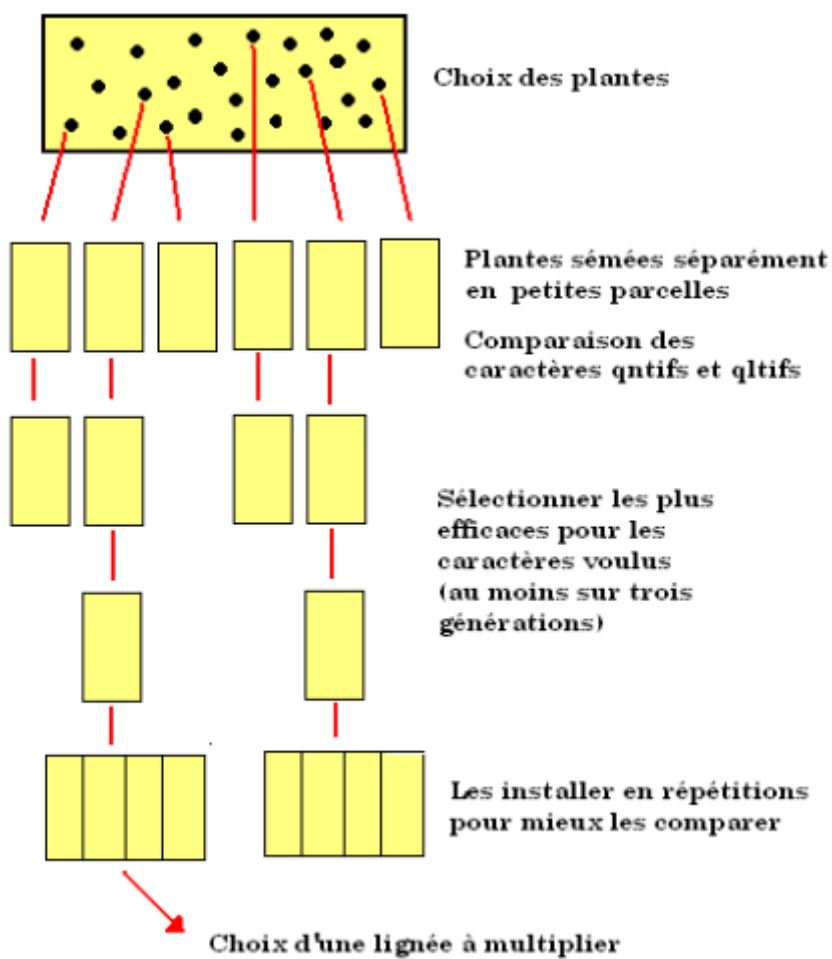


Figure 2. Schéma de sélection des lignées pures

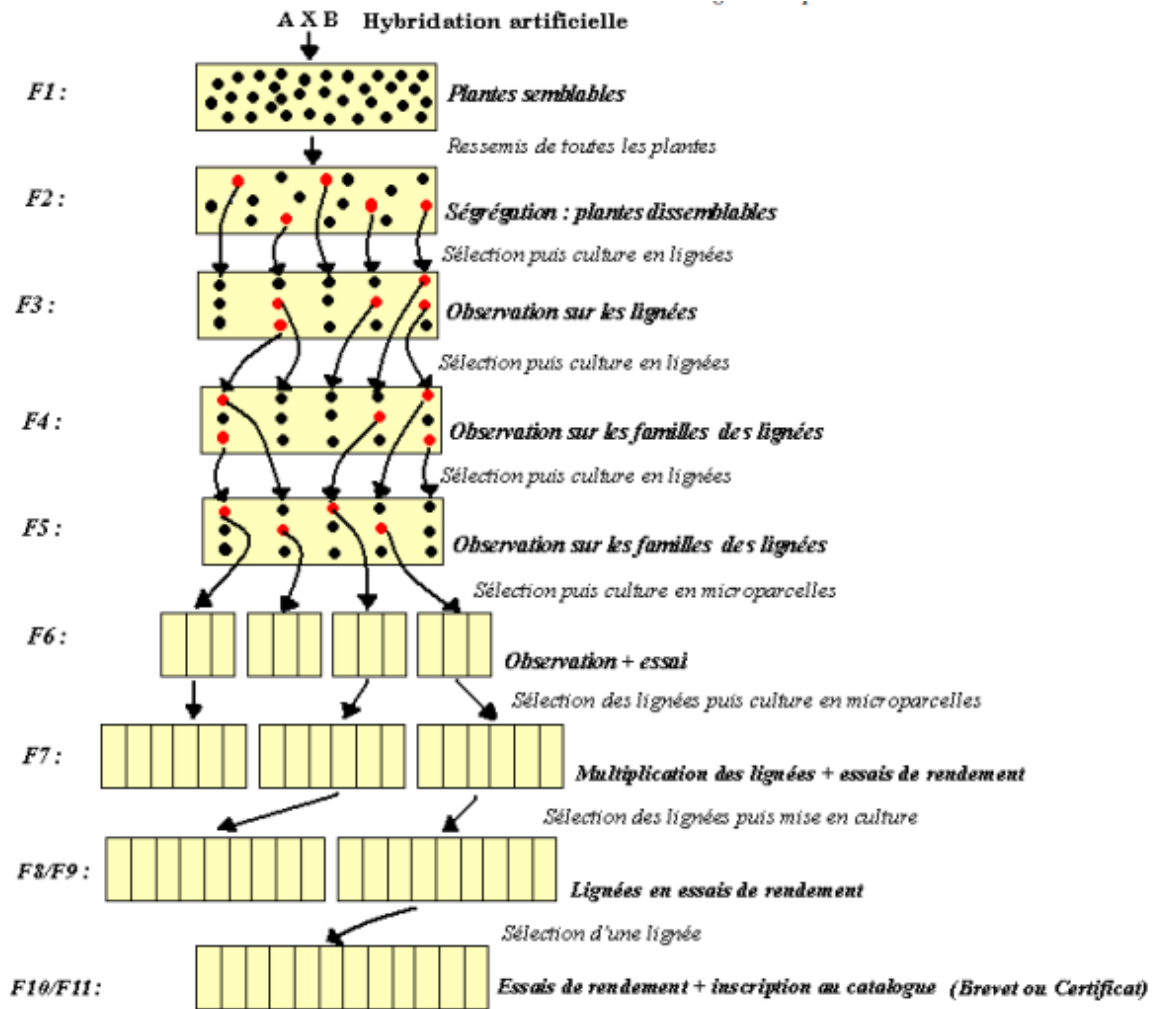


Figure 3. Schéma de sélection génalogique

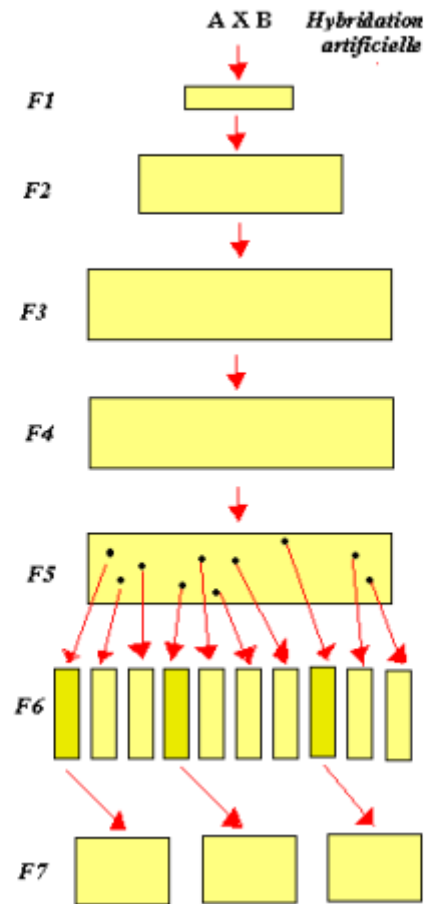


Figure 4. Schéma de sélection des populations hybrides

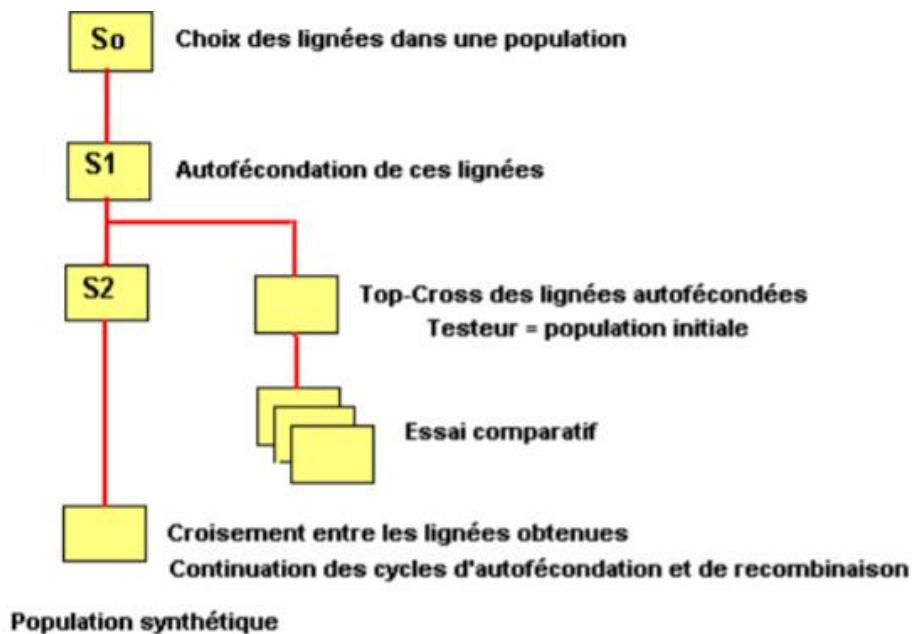
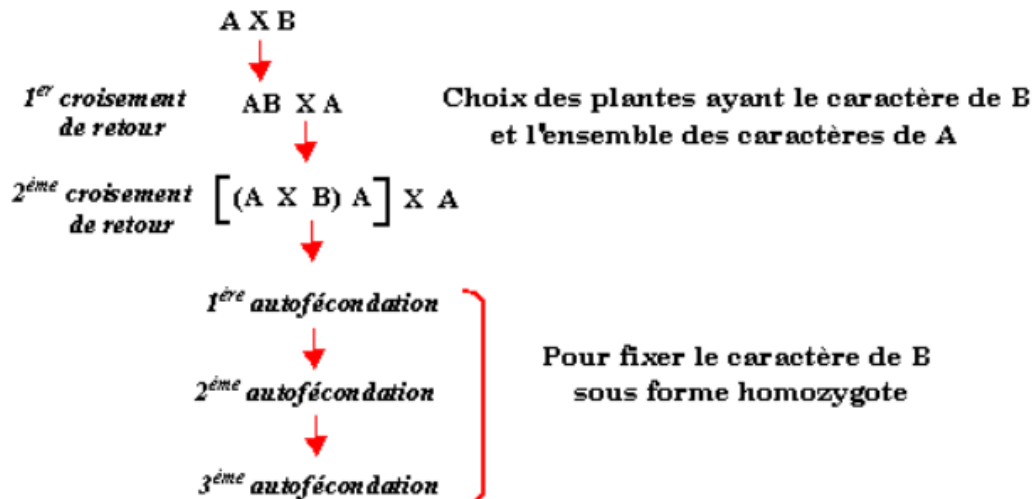


Figure 5. Schéma de formation d'une population synthétique

1° Cas où le caractère de B à introduire dans A est dominant

A: Variété améliorée
Parent récurrent

B: Parent
non récurrent



2° Cas où le caractère de B à introduire dans A est récessif

A: Variété améliorée
Parent récurrent

B: Parent
non récurrent

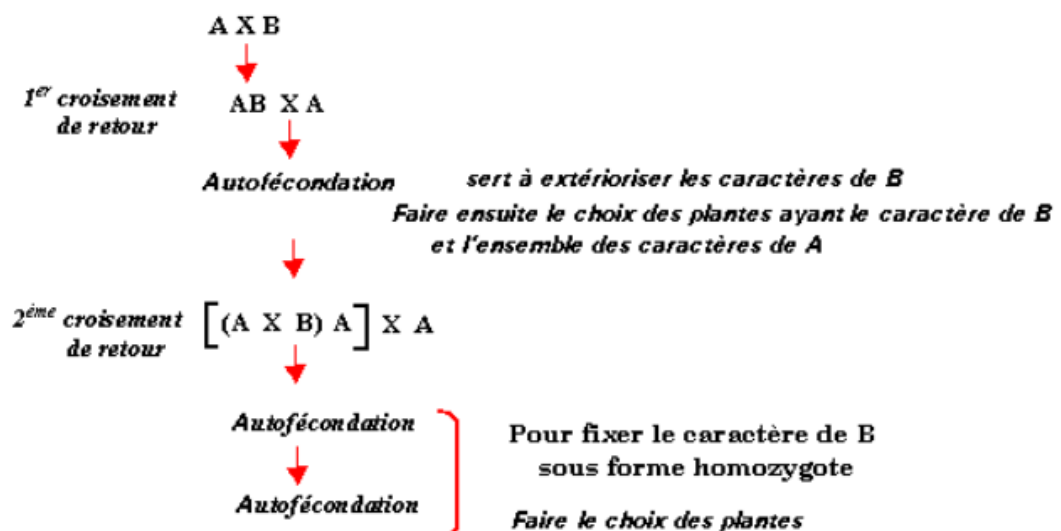


Figure 6. Schéma de la sélection récurrente (back cross)

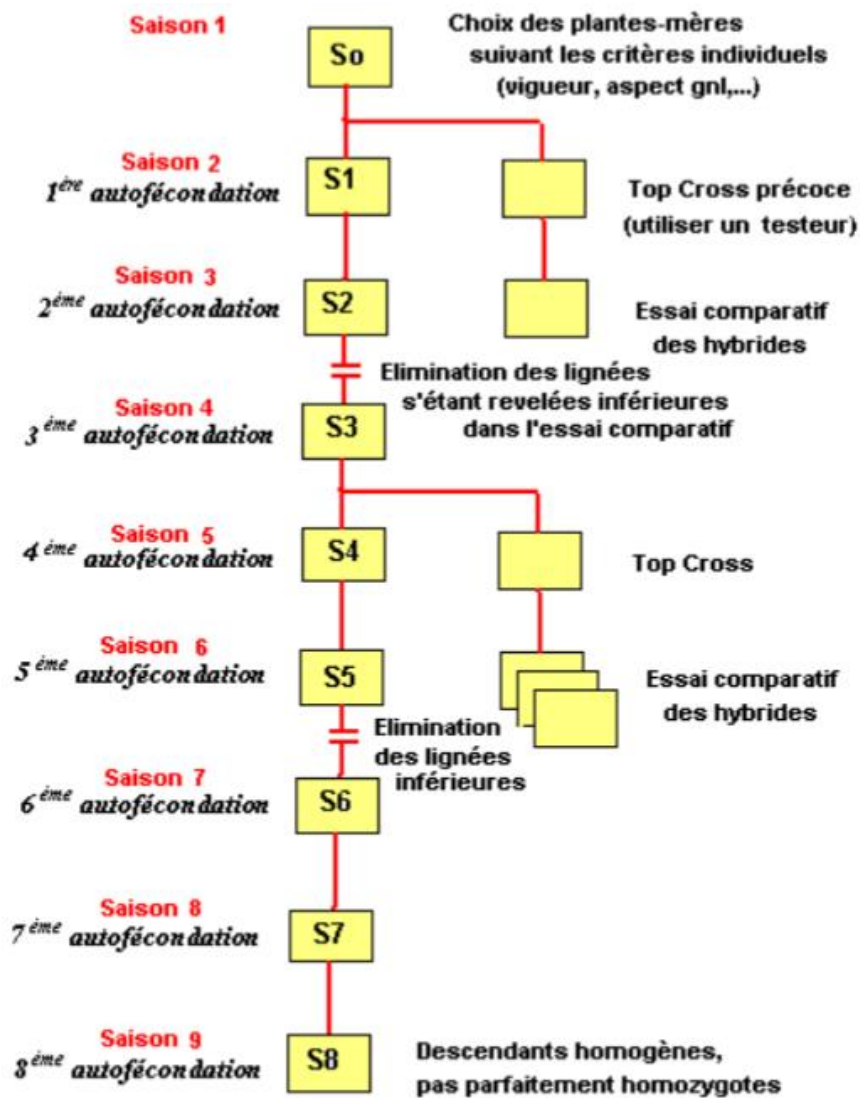


Figure 10. Schéma de sélection d'une lignée épurée

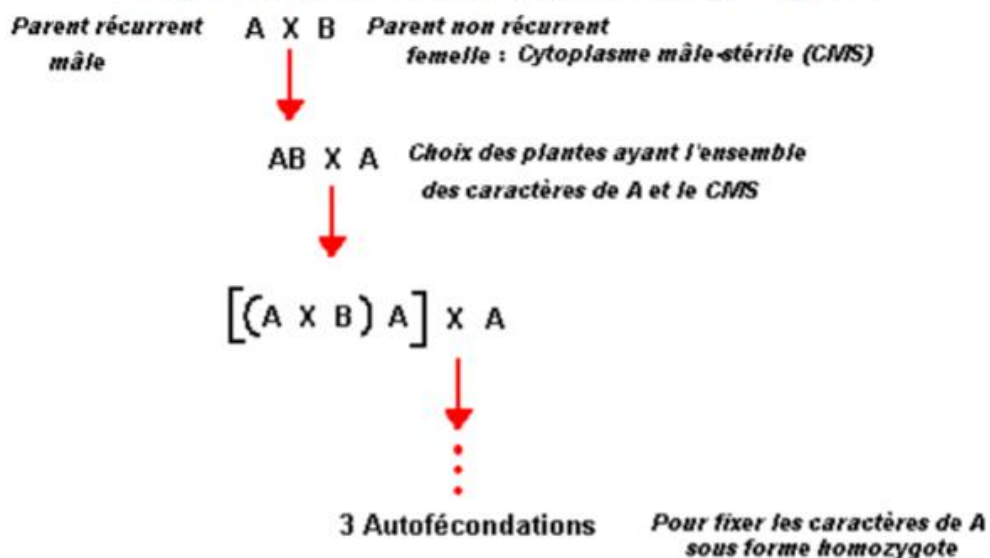


Figure 7. Amélioration des lignées par backcross

ANNEXE II. GLOSSAIRE

Une bonne partie des mots pour cet appendice sont tirés du volume de : Allard, R. W.1960. *Principles of plant breeding*.

Adaptation : Le processus par lequel des individus, populations ou espèces se transforment morphologiquement ou fonctionnellement afin d'assurer leur survivance ou leur reproduction dans un milieu déterminé. C'est aussi le résultat de ce processus.

Allèle ou allélomorphe : Se dit d'un gène ou d'un cistron par rapport à un ou plusieurs autres gènes ou cistrons, lorsqu'ils présentent les relations réciproques suivantes :

1. ils peuvent être substitués les uns aux autres au même locus d'un chromosome ;
2. ils peuvent naître les uns à partir des autres par mutation génique ;
3. Ils remplissent dans la cellule la même fonction, quoiqu'avec une efficacité et des modalités qui peuvent varier.

Amélioration des plantes : Ensemble des méthodes biologiques tendant à créer, par voie génétique, des variétés toujours mieux adaptées aux exigences quantitatives et qualitatives de la production agricole.

Apomixie : Forme de reproduction à laquelle les structures sexuelles prennent part mais où il n'y a pas fertilisation. La graine est donc produite végétativement.

Autofécondation : Fusion des gamètes mâle et femelle provenant du même individu.

Autofertilité : Capacité de produire la graine par autofécondation.

Autogame : autofécondation

Autoincompatibilité : Incapacité physiologique contrôlée génétiquement d'être fécondé par le même individu.

Backcross (rétrocroisement) : Croisement d'individus hétérozygotes issus du croisement de deux parents de souches différentes avec des individus appartenant à l'une de ces souches parentales.

Biométrie : Application des méthodes statistiques aux sciences biologiques.

Biotype : Groupe d'individus qui ont le même génotype. Les biotypes peuvent être homozygotes ou hétérozygotes.

Caractère : Toute propriété morphologique, physiologique ou psychologique d'un organisme, pour laquelle on peut établir des similitudes ou des différences entre les individus. Expression des gènes par le phénotype.

Caractère qualitatif : Caractère vis-à-vis duquel une population ou une descendance peut toujours être répartie sans ambiguïté en un nombre limité de classes parfaitement distinctes. Les groupes sanguins, sont dans l'espèce humaine, un exemple de caractère qualitatif.

Caractère quantitatif : Caractère susceptible d'être mesuré plutôt que décrit et vis-à-vis duquel une population ou une descendance présente une variation continue et ne peut être répartie en classes que par le découpage arbitraire du domaine de variations. Exemple : stature humaine et rendement en lait d'une vache.

Carte génétique : Représentation linéaire des gènes et leurs positions relatives sur un chromosome.

Changement génétique : Changement dans les gènes et dans les fréquences génotypiques d'une petite population dû au hasard.

Chromosome : Corps intracellulaire allongé composé d'ADN (habituellement associé à des protéines) et constitué d'une série linéaire d'unités fonctionnelles connues sous le nom de gène. Les chromosomes sont en grande partie responsables de la différenciation et de l'activité cellulaire.

Clone : Ensemble des unités biologiques qui dérivent par reproduction mitotique conforme d'une même unité ancestrale.

Coefficient de consanguinité ou d'apparentement : Pourcentage des gènes que deux individus ont en commun du fait de leurs ancêtres.

Croisement en ligne : Un système de reproduction dans lequel on reproduit, entre eux, de génération en génération, des individus sélectionnés pour fixer un ou des caractères désirables.

Croisement par rétrocroisement : Système de croisement par lequel des « croisements » récurrents sont faits avec un des parents de l'hybride tout en sélectionnant un ou des caractères spécifiques.

Croisement pédigrée : Type de croisement par lequel des plants sont sélectionnés individuellement en pratiquant une ségrégation à partir de caractères désirés.

Croisement réciproque : Croisement où les gamètes mâles et femelles sont renversés.

Croisement simple : Un croisement entre deux génotypes, habituellement de lignées fixées, dans la multiplication des plantes.

Dihybride : Croisement entre individus ayant deux paires de gènes différents.

Dioïque : Plantes où les organes reproducteurs, pistils et étamines, se retrouvent sur des individus différents unisexués.

Diploïdie : Condition dans laquelle chaque cellule contient deux ensembles de chromosomes formant des paires homologues ; représentée par $2n$.

Disjonction : Séparation, soit des chromatides sœurs lors de l'anaphase d'une mitose, soit des paires de chromatides réunies dans un tétrade lors de l'anaphase de la première division méiotique, soit, chez un hétérozygote, des gènes alléliques dans des produits de méiose distincts.

Dominance : Type d'interaction entre deux gènes alléliques, dont l'un est qualifié de dominant et l'autre de récessif, qui aboutit pour l'hétérozygote à phénotype plus ou moins semblable à celui de l'homozygote pour l'allèle dominant.

Duplication : Type de remaniement chromosomique qui correspond à la présence d'un segment surnuméraire d'étendue variable qui s'ajoute à celui qui existe dans le complément chromosomique haploïde normal.

Échantillon : Série finie d'observation pris d'une population.

Elogogue (Roguing) : Individus hors types d'une variété.

Émascultation : Élimination de l'inflorescence mâle (croix) ou action de supprimer les anthères d'une fleur.

Environnement : La somme de toutes les conditions extérieures qui affectent la croissance et le développement d'un organisme.

Équilibre génétique : Condition dans laquelle successivement les générations d'une population possèdent les mêmes génotypes, dans les mêmes proportions en respectant les particularités des gènes de même que leurs combinaisons.

Espèce : Unité de classification taxonomique dans laquelle les genres sont divisés. Groupe d'individus semblables qu'un ancêtre commun distingue des autres du même genre. Pour les organismes se reproduisant sexuellement, il y a un maximum de croisements à l'intérieur de ce groupe isolé des autres espèces par des barrières de stérilité et d'incapacité de reproduction.

Famille : Groupe d'individus directement reliés par leur descendance d'un ancêtre commun.

Fécondation : Étape de la reproduction sexuée qui réalise le passage de l'haplophase à la diplophase.

Dans le cas le plus courant, la fécondation s'opère par la fusion de deux cellules spécialisées : les gamètes, et forme un zygote. Elle comporte deux opérations consécutives, la plasmogamie ou fusion des cytoplasmes et la caryogamie ou fusion de noyaux haploïdes donnant naissance à un noyau diploïde.

Fertilité : Capacité de produire des descendants viables.

F₁ : La première génération d'un croisement.

F₂ : La seconde génération par autofécondation ou croisement entre les individus F₁.

F₃ : La descendance obtenue par autofécondation des individus F₂.

Gamète : Chacune des deux cellules, habituellement de sexe ou de type conjugal opposé, qui, à l'occasion de la fécondation, se fusionnent pour former un zygote.

Gène : Unité héréditaire d'une génération à l'autre. Les gènes sont des structures indivisibles qui occupent sur un chromosome un emplacement déterminé appelé locus. Des mutations peuvent altérer globalement cette structure en donnant naissance à des gènes alléliques les uns des autres.

Gènes modificateurs : Gènes qui affectent l'expression d'un ou des gènes non alléliques.

Génome : Ensemble des unités génétiques qui sont normalement contenues dans le lot haploïde des chromosomes de l'espèce.

Génotype : Ensemble des allèles que porte un individu ou une souche pour les gènes qui sont susceptibles d'agir sur ce ou ces caractères.

Haploïde : Noyau d'une cellule ou d'un individu qui ne contient qu'un unique génome. Chez les eucaryotes, l'haploïdie correspond à la présence d'un jeu unique de chromosomes.

Hasard : Se dit d'un événement qui arrive fortuitement.

Hérédité cytoplasmique : Transmission des caractères héréditaires par le cytoplasme, par comparaison avec les caractères (gènes) transmis par les chromosomes. Ceci est mis en évidence par la contribution différente des mâles et des femelles dans des croisements réciproques.

Héritabilité : Fraction de la variance phénotypique totale d'un caractère quantitatif à l'intérieur d'une population qui résulte du caractère hétéroallélique de celle-ci pour des gènes intervenant dans la détermination du caractère.

Hermaphroditisme : Situation réalisée lorsque les gamètes de deux sexes sont produits par le même individu.

Hétérosis : Accroissement de la vigueur générale qui s'observe fréquemment à la suite du croisement de deux lignées, races, sous-espèces ou mêmes espèces distinctes. Les manifestations de l'hétérosis sont diverses : augmentation de la vitesse de croissance, de la taille, du rendement pour une plante cultivée ou de la résistance aux diverses agressions et aux maladies parasitaires.

Hétérozygote : Se dit d'un noyau d'une cellule ou d'un organisme diploïde dont les deux génomes

portent des allèles différents au locus considéré.

Homozygote : Se dit d'un noyau d'une cellule ou d'un organisme diploïde dont les deux génomes portent des allèles identiques au locus ou aux loci considérés.

Hybride : Obtention d'une descendance par croisement de deux progéniteurs génétiquement différents.

Hybride double (Double cross) : Croisement entre deux hybrides de F₁.

Inbred : Lignée fixée maintenue par autofécondation artificielle..

Irradiation : Exposition de plantes ou de parties de plante aux rayons – X ou autres radiations, dans le but d'augmenter le taux de mutation.

Isoallèles : Chacun de deux ou plusieurs allèles qui ne conduisent pas à des phénotypes visiblement différents, mais peuvent être distingués en faisant appel à des techniques spéciales.

Isolation : Séparation d'un groupe d'un autre de façon à prévenir les croisements entre ces groupes.

Lignées isogéniques : Deux ou plusieurs lignées différant génétiquement, entre elles, qu'à un seul locus. Elles sont différentes des clones, homozygotes, et jumeaux identiques, etc. qui eux sont identiques à tous les loci.

Lignée fixée : Groupe d'individus dont le stock génétique est souvent considéré comme une lignée, une souche, une variété ou une race. L'autofécondation ou le croisement entre parents très proches pendant de nombreuses générations produit en général une population homozygote pour la quasi totalité des loci. **Ou** lignée propagée par croisements endogames que l'on estime être maintenant homoallélique pour le ou les gènes considérés.

Locus : Emplacement occupé par un gène sur le chromosome, ou par extension sur la carte factorielle qui le représente.

Méthode massale – pédigrée : Système de reproduction dans lequel une population est propagée jusqu'à ce que les conditions favorables à la sélection surviennent. Après quoi, on procède à une sélection pédigrée.

Méiose : Double mitose se produisant lors de la reproduction sexuée et qui résulte en la production de gamètes ayant un nombre haploïde (n) de chromosomes.

Métaphase : Étape de la méiose ou de la mitose durant laquelle les chromosomes se fixent sur la plaque équatoriale.

Mitose : Processus par lequel le noyau est divisé en deux noyaux fils contenant un nombre équivalent de chromosomes. Généralement accompagné de la division de la cellule contenant ce noyau initial.

Monoïque : Qui possède à la fois des fleurs mâles et des femelles mais séparées sur un même plant.

Monohybride : Organisme hétérozygote pour un gène.

Monoploïde : Organisme possédant le nombre de base de chromosomes.

Monosome : Organisme pour lequel un des chromosomes du complément diploïde est manquant. Cet organisme possède donc $2n - 1$ chromosomes.

Parent donneur : Le parent duquel un ou plusieurs gènes sont transférés à un parent récurrent par un rétrocroisement.

Parent récurrent : Le parent qui revient dans une série de rétrocroisements.

Parthénogenèse : Développement d'un organisme à partir d'une cellule sexuelle non fécondée. Pour les plantes, les termes apomixie et apogamie sont plus couramment employés.

Pedigree (pédigrée) : Tableau représentant les ancêtres d'un individu, d'une femelle, d'une souche.

Phénotype : Caractères observables d'un individu, soit que celui-ci soit considéré globalement sous la totalité de ses aspects, soit que certains aspects seulement sont pris en considération.

Pollinisation ouverte (outcross) : Croisement naturel de plants ayant différents génotypes.

Polycross : Pollinisation ouverte d'un groupe de génotypes (généralement sélectionnés) faite en les isolant des autres génotypes compatibles de tel sorte que l'on favorise le croisement au hasard à l'intérieur du groupe.

Polymorphisme : Coexistence dans une population de plusieurs types génétiques différant les uns des autres par divers caractères observables.

Polyplôidie : Situation génétique d'un noyau, d'une cellule ou d'un organisme, dans lequel le nombre de chromosomes correspond à un multiple supérieur à deux de génomes haploïdes.

Population : Ensemble d'individus apparentés et présentant un degré élevé de similarité génétique.

Protandrie : Se dit d'une fleur (ou d'une espèce) où les étamines sont à maturité avant les pistils, sur la même plante.

Protogynie : Se dit d'une fleur (ou une espèce), où les pistils sont matures, par exemple, fonctionnels, avant les étamines sur la même plante..

Recombinaisons : Formation d'une nouvelle combinaison de gène, résultat, soit de la

ségrégation lors d'un croisement entre parents génétiquement différents, soit, des interéchanges par crossing over entre chromosomes homologues.

Ressource génétique végétale (Germplasm) : L'ensemble du matériel génétique d'une espèce.

S₁, S₂, S₃ : Symboles pour désigner la première, la deuxième et la troisième générations d'autofécondation artificielle.

Ségrégation : Séparation d'allèles l'un de l'autre et leur distribution dans des cellules différentes.

Sélection : Intervention dans la reproduction de facteurs qui ont pour effet de faire dépendre du génotype, éventuellement de caractères héréditaires à déterminisme non mendélien ou encore de l'appartenance à telle espèce ou tel isolat, le nombre de descendants laissés par un individu dans la génération suivante.

Sélection massale : Méthode où l'on sème des plants autopollinisés ayant une grande variabilité génétique et où l'on récolte la population en masse avec ou sans sélection. La sélection se fait vers la F₅ ou la F₆ selon les espèces ou le sélectionneur. Ou encore, une forme de sélection dans laquelle on sélectionne des individus et l'ensemble de la semence récoltée servira à produire la génération suivante.

Sélection récurrente : Méthode d'amélioration qui sert à concentrer les gènes favorables qui sont dispersés dans des individus différents dans un individu par intercroisement de plants sélectionnés la génération précédente.

Semence certifiée : Semence issue d'une semence de sélectionneur, Select, Fondation ou Enregistrée, produite de manière à maintenir une identité et une pureté génétique satisfaisantes sous la surveillance et l'approbation de l'association des producteurs de semence. Cette semence doit être classée par une personne autorisée par le ministère de l'agriculture ou une personne habilitée à ces fins par la loi et les règlements sur les semences.

Semence enregistrée : La semence fondation qui sert à produire de la semence certifiée.

Semence du sélectionneur : Semence contrôlée directement par le sélectionneur initial, le sélectionneur parrain de la semence, la station d'amélioration des plantes ou son représentant, laquelle semence est la source de départ ou de retour de toute multiplication initiale de stock pédigré.

Semence fondation : Semence produite par un producteur sous le contrôle direct d'une station expérimentale d'agriculture. La semence fondation est la source de la semence enregistrée qui est la source à son tour de la semence certifiée.

Stérilité cytoplasmique : Déformation des zygotes pendant les stades embryonnaires due à des troubles dans les relations embryon – endosperme.

Stérilité mâle : Absence ou non viabilité du pollen des plantes.

Souche : Groupe d'individus semblables à l'intérieur d'une variété.

Synapse : Conjugaison de chromosomes homologues à la zygotène et à la pachytène.

Système de fécondation : Tout processus par lequel des individus sont réunis par paires menant à la reproduction sexuée.

Test de progéniture : Mesure de la valeur d'un génotype basé sur les performances de caractères exprimés par les descendants dans quelques systèmes de croisement..

Randomisation : Processus d'assignation au hasard.

Récessif : Se dit d'un gène dont la présence dans le génotype ne modifie le phénotype qu'en l'absence de tout allèle dominant. Se dit également du caractère phénotypique produit par ce gène. Ce caractère n'apparaît donc que lorsque le gène existe soit à l'état homozygote, soit, dans le cas de gènes liés au sexe, à l'état hémizygote, par exemple, présent sur l'unique chromosome X du sexe hétérogamétique.

Reproduction asexuée : Forme de reproduction qui ne nécessite pas l'union de gamètes.

Statistique : Estimation d'un paramètre fait à partir d'échantillons.

Test cross : Croisement d'un individu hétérozygote double ou multiple par un homozygote récessif pour tous les caractères considérés.

Tétraploïde : Situation d'un noyau, d'une cellule ou d'un organisme, dans lequel le complément chromosomique est fait de quatre génomes haploïdes.

Translocation : Remaniement chromosomique comportant le déplacement d'un ou de plusieurs segments de chromosomes.

Triploïde : Situation d'un noyau, d'une cellule ou d'un organisme dont le complément chromosomique comprend trois génomes haploïdes.

Trisomie : Situation d'un noyau, d'une cellule ou d'un organisme dont le complément chromosomique contient un chromosome surnuméraire qui s'ajoute au lot diploïde normal. Le nombre de chromosomes est alors $2n + 1$.