

Fascicule d'enseignement**0. GENERALITES**

L'amélioration génétique de plantes ou sélection végétale est un ensemble de démarches scientifique et technique qui permettent de mettre à la disposition de l'agriculture des variétés de plus en plus performantes.

Elle compte deux activités différentes dont l'ensemble constitue la filière du progrès génétique en production végétale :

La sélection créatrice ou sélection améliorante est une activité visant à construire les unités génétiques qui sont des variétés végétales. **La variété végétale lorsqu'elle est cultivée effectivement s'appelle cultivar.**

La sélection créatrice produit en permanence des nouvelles variétés chez les espèces cultivées, assurant ainsi la fonction d'innovation par la transformation génétique.

La sélection conservatrice a pour objectif la production de semences, des boutures et plants qui permettent aux exploitants agricoles de bénéficier des progrès génétiques obtenus par les sélectionneurs en sélection créatrice, d'où la sélection conservatrice assure la valorisation de la sélection créatrice (tableau 1).

Tableau 1 : objectifs et méthodes de la sélection créatrice et conservatrice

SELECTION	OBJECTIFS	METHODES
Sélection conservatrice	créer du matériel nouveau choisir le meilleur cultivar	1.hybridation ou autofécondation 2. sélection
Sélection créatrice	Reproduction et amplification des cultivars	Multiplication sexuée ou végétative

1.1. Importance et perspective de la sélection créatrice

L'amélioration des plantes est un ajustement génétique permanent des plantes au service de l'homme. Elle se traduit par :

Introduction et acclimatation de nouvelles spéculations : la sélection est à la base de l'implantation durable et du développement des nouvelles cultures. En R.D.Congo des nombreuses espèces cultivées sont d'origine géographique très lointaine, c'est le cas de manioc, le maïs, le riz, l'arachide, la banane, la patate douce, etc.

Augmentation de la productivité

La productivité est bilan économique d'une production. L'augmentation de productivité s'accompagne:

- Accroissement des rendements;
- Diminutions des frais culturaux et de la sécurité des rendements;

Fascicule d'enseignement

- Amélioration qualitative des productions.

1) Amélioration de cultures industrielles

1. Le palmier à huile (*Elaeis guineensis* JACQ.)

Origine africaine de Sénégal à l'Angola soit 6000 km de longueur, on le rencontre de 50 à 200 km de la côte. Au niveau de l'équateur au niveau du bassin du Congo, le palmier est spontané jusqu'à 2.000 km des côtes. Il existe une espèce en Amérique *Elaeis oleifera*

Epaisseur de l'endocarpe

Parmi les trois parties du fruit, c'est la coque (endocarpe) élément sans valeur que le sélectionneur doit réduire pour laisser la place à la pulpe (mésocarpe ou chair) et l'amande.

Type *pisifera*

Le fruit est complètement dépourvu d'endocarpe, il se compose uniquement d'un mésocarpe relativement épais et d'une amande de dimension assez réduite. Dans leur jeune âge, les *pisifera* donnent un grand nombre de régimes dont les fruits avortent. Vers l'âge de cinq à six ans, certains *pisifera* produisent des quelques fruits arrivent à maturité, et pour la plupart dépourvus d'amande. Vers 8 à 9 ans que les *pisifera* commencent à donner des régimes portant quelques fruits munis d'une amande mais dépourvus de coque. Le développement des *pisifera* est plus luxuriant que celui de *tenera* et *dura*. Le caractère avortement semble lié à l'absence de la coque, il existe quelques *pisifera* qui donnent régulièrement des fruits normaux.

Type *dura* et *tenera*

Le type *dura* est le mieux représenté. Les deux se différencient par l'épaisseur de la coque:

Dura : 2,5 à 6 ou 7 mm

Tenera : souvent inférieure à 2 mm

L'épaisseur de l'endocarpe n'est pas la même pour tous les fruits d'un même palmier. Elle varie aussi d'un régime à l'autre et au sein d'un même régime. Les épaisseurs moyennes des régimes de tête est de 4,5 mm et 1,5 pour la fin de série.

Pigmentation du fruit avant la maturation

Type *nigrescens*

Les fruits sont colorés en violet foncé presque noir à cause de la présence de deux pigments (anthocyane et chlorophylle). Jusqu'au moment de la véraison, la partie inférieure du fruit reste incolore. Pendant la formation de l'huile et les pigments caroténoïdes dans la pulpe, la coloration foncée de l'épicarpe disparaît, le fruit prend une teinte rouge orange.

Type *virescens*

L'épicarpe contient seulement la chlorophylle et l'anthocyane absent. Tous les jeunes fruits sont verts, au moment de la véraison, les fruits deviennent rouge orange, mais le sommet reste verdâtre. Le *virescens* ne présente aucun intérêt spécial quant à la qualité de son huile

Type *albescens*

Ce type produit une huile de coloration jaune or à ivoire, à cause de l'absence totale de carotène. A Tshela, les *albescens* ont été observés, donnent des régimes à fruits blancs (siela) réservés aux chefs et notables.

Fascicule d'enseignement**Système de reproduction (types d'inflorescences)**

Le palmier à huile est une plante monoïque, mais les inflorescences mâles et femelles sont séparées. Les inflorescences mâles comptent 700 à 1200 fleurs. Les grains de pollen sont de couleur jaune et mesure environ 30 microns. Et dégagent l'odeur d'anis. Un régime mâle produit 50 g de pollen. En atmosphère sèche, la faculté germinative de pollen atteint six mois et plus. Les inflorescences femelles comptent plus de 3000 fleurs. Il existe des inflorescences mixtes ou hermaphrodites et les inflorescences andromorphes ressemblent à l'ouverture aux inflorescences mâles, mais qui sont au fait femelles.

Ratio sexuel

C'est le rapport entre les inflorescences femelles et mâles, le rapport du nombre d'inflorescences femelles au nombre total d'inflorescences (tableau 14). Le ratio sexuel varie au cours des saisons, cela est dû aux modifications du métabolisme (rapport C/N) et aux fluctuations climatiques (pluviométrie et lumière)

Tableau 02 : Ratio sexuel de trois types de palmiers

Types	Infl. femelles /infl. mâles	Infl. Femelles/ infl.mâles et infl. femelles
Pissifera	3 à 2	75 à 50%
Tenera	2,5 à 1,5	71,4 à 60%
Dura	1,9 à 1,2	65,5 à 54,5%

Critères de sélection**Production de l'huile de palme et palmiste**

Grande production d'huile de palme et palmiste; cela dépend du poids total des régimes et leur richesse en huile. Le poids total des régimes dépend du poids moyen et du nombre de leur nombre. Les parties exploitées pour la production de l'huile sont le mésocarpe (chair ou pulpe) et l'amande (graine).

Le mésocarpe représente 90 à 95% chez *pissifera*, mais le désavantage c'est l'avortement. Le type *tenera* est intéressant en sélection à cause de son endocarpe mince (coque); Les efforts doivent être faits pour l'améliorer. Une autre voie est c'est la sélection des fruits sans amandes (fruits parthénocarpiques).

Tenera présente une amande légèrement plus grosse que *dura*, mais exprimée en fonction du poids, du régime, la proportion de palmistes des types à coque mince ne diffère guère de celle à endocarpe épais.

Pourcentage des fruits normaux sur le régime

Il existe une corrélation positive entre l'épaisseur de l'endocarpe et le taux pondéral de fruits normaux du régime. Les descendances *tenera x tenera* ou *tenera x dura*, cette même caractéristique est toujours plus élevée pour les arbres à coque épaisse que pour les palmiers frères à endocarpe mince. *Dura* et *tenera* représentent respectivement 70,8 et 66,6% des fruits normaux.

Pourcentage en huile

Le pourcentage en huile de palme est de 50% en moyenne, cela peut atteindre 55% ou plus, d'où l'importance de ce caractère lors des arbres mères.

Croissance lente de stipe

Fascicule d'enseignement

La durée de l'exploitation d'une palmeraie dépend de vitesse de croissance du stipe. En principe l'exploitation s'arrête quand le palmier atteint 9 à 10 m. les géniteurs utilisés pour ce caractères sont le E206 et *Elaeis oleifera*.

Résistance aux maladies

Les parents sélectionnés doivent être résistants aux maladies endémiques (*Fusarium oxysporum*, *Ganoderma* spp, *Armillaria mellea*, etc.)

Variabilité des principaux facteurs de rendement

Les facteurs de production en régimes sont la variabilité de la production individuelle par année, variabilité du nombre des régimes produits annuellement, et la variabilité du poids moyen des infrutescences récoltées.

Les facteurs de la richesse en huile du régime sont au nombre de quatre: le pourcentage de mésocarpe, amande, fruits sur le régime et d'huile sur le mésocarpe.

Héritabilité des caractères

Héritabilité des caractères de type de fruits dont présence ou absence de la coque et de l'anthocyane. Tenera donne les descendances composées de 25 % de pisifera, 50 % de tenera, et 25% de dura. Dans les plantations on croise dura x pisifera pour la production de tenera. Le caractère virescens est dominant (V) et le caractère nigrescens est récessif (v).

Héritabilité des composants du régime

La variabilité des différents composants du régime sont: taux de fruits sur le régime dont l'héritabilité est faible (19 à 34%) ; pourcentage de mésocarpe sur fruit sur lequel l'incidence de l'environnement est faible ; héritabilité de la teneur en amande et de l'épaisseur est très élevée ; le poids moyen du fruit est hautement héritable (tableau 15).

Tableau 03 : Caractères très et peu héritables

Caractères très héritables en %	Caractères peu héritables en %
mésocarpe	Fruits sur régime
endocarpe	
amande	
Poids moyen de fruit	
Taux d'huile	

Héritabilité de la production en régimes

L'héritabilité de la production totale en régimes et ses deux composants (nombre et poids moyens des infrutescences) n'est pas très élevée. L'héritabilité existe mais elle est partielle.

Héritabilité des caractères de l'appareil végétatif

Elle comprend les feuilles et la croissance de stipe (déjà étudiée). Les caractères héritables recherchés pour les feuilles sont le nombre de folioles, la longueur et la largeur.

Consanguinité

Comme chez toutes les plantes allogames, le croisement entre parents proches (même origine) a un effet dépressif marqué sur les descendances.

Méthodes d'amélioration

Pour éviter la consanguinité, il faut une amélioration dirigée vers l'enrichissement de la variabilité génétique du matériel de base, par des nouvelles introductions, intercroisements,

Fascicule d'enseignement

entre les parents de diverses origines. Les pistes de recherche sont: programmes *tenera*, *dura* x *pisifera*, stipe à croissance lente et l'introduction du nouveau matériel génétique.

Sélection récurrente réciproque

Deux groupes de populations sélectionnés pour leur rendement sont isolés et améliorés par cycles successifs.

L'amélioration de populations de base se fait par la sélection massale (phénotype) au sein des familles retenues dans les deux groupes et celle des descendances dans les deux groupes.

Hybridation

L'hybridation commence par le choix de parents qui détiennent les caractères recherchés, ensuite l'isolement des inflorescences femelles et mâles, enfin récolte de pollen et croisement. Les fruits devront être dépulpés soit mécaniquement (*dura*), soit par fermentation (*tenera*). Les graines obtenues doivent être triées, les plus petites et les plus légères éliminées. Après le triage, les graines sont traitées avec des pesticides et stockées dans les chambres conditionnées (22°C et 50 à 60% d'humidité relative). L'hybridation peut être interspécifique (avec l'américaine *Elaeis oleifera*) ou intraspécifique.

Multiplication végétative

La multiplication végétative se fait les méthodes biotechnologiques (embryogénèse somatique), car le palmier est incapable d'une reproduction végétative naturelle. L'embryogénèse se fait à partir des organes jeunes (feuilles de flèche ou apex racinaire).

Multiplication de semences

La production des semences certifiées suit les itinéraires techniques spécifiques en pratique depuis 2.000.

Les étapes sont les suivantes: fécondation artificielle, isolement des inflorescences, récolte de pollen et fécondation; préparation et stockage des semences (récolte, préparation et conditions stockage); germination et livraison (premier trempage, chauffage, deuxième trempage, préchauffage ou germination, stockage des semences préchauffées ou germées, emballage et livraison.

2. Caféier (*Coffea* spp)

Les caféiers appartiennent à la famille de *Rubiceae*. Les espèces commerciales sont le caféier robusta (*Coffea canephora*), le caféier arabica (*Coffea arabica*) et *Coffea liberica*. Le nombre chromosomique est $2n = 22$ pour *Coffea canephora* et *liberica* et 44 pour *Coffea arabica*. Les deux premiers sont diploïdes et le dernier tétraploïde.

Amélioration des caféiers diploïdes et allogames**Critères de sélection**

Tous les caféiers sont auto-incompatibles et allogames. Le rendement doit être le plus élevé possible et régulier. La granulométrie pour le type robusta reste basse, l'objectif est d'atteindre 18 g pour une graine robusta et 12 g pour les couilou. Il faut corriger l'aspect arrondi et trapu des graines pour approcher la forme la plus allongée des arabica.

La valeur organoleptique

Le caféier robusta possédant la finesse ou l'arôme particulier, il faut éliminer sans hésiter le matériel végétal dont les graines sont affectées de mauvais goût. Il faut diminuer dans une

Fascicule d'enseignement

certaine mesure la teneur en caféine. Le goût franc et neutre doit être recherché pour faire un bon mélange avec les arômes supérieurs de caféier arabica.

Résistance aux maladies et ravageurs

Les maladies les plus répandues sont la rouille (*Hemileia vastatrix*) et la trachéomycose du caféier (*Fusarium xylaroides*= anamorphe ; *Gibberella xylaroides*=téleomorphe). Le scolyte du grain (*Stephanoderes hampei*) est le ravageur le plus redoutable.

La maturation étalée est un handicap, qui augmente le nombre des cueillettes et du coût de la récolte, difficulté à normaliser les soins culturaux, fructification échelonnée ayant pour conséquence présence des drupes aux différents stades de développement, attaques des scolytes.

Méthode de sélection**La sélection végétative**

Consiste à révéler les clones intéressants, multiplier par bouturage et distribuer les plantules aux caféiculteurs. Les boutures doivent être un mélange de clones retenus dans un champ.

La sélection générative

Consiste à choisir les clones capables de donner les hybrides intéressants. Elle a pour but de créer à partir de ces clones, des champs semenciers bi ou polyclonaux en vue de fournir aux exploitants agricoles des semences de valeur. La sélection végétative est assez rapide, difficile à opérer et onéreuse. Le sélectionneur distribue des plantules aux exploitants.

Collection

Elle est constituée par l'ensemble du matériel végétal qu'on dispose pour mener la sélection basée essentiellement sur les caractères quantitatifs et qualitatifs de la production. La sélection se fait par le choix de têtes de clones en fonction des objectifs poursuivis. Dès que le choix est fait dans la collection, les têtes sont bouturées de manière à avoir un germoplasme (parc à bois) avec du matériel végétatif suffisant.

Sélection végétative

Consiste à repérer les clones et effectuer le premier tri pour la mise en place d'épreuves clonales. Après deux ans, on procède aux choix de meilleurs clones appelés clones d'élite. Ces clones sont placés en essais pour l'adaptation (essais multilocaux); il est indispensable que leur intercompatibilité soit établie avant ceux qui conviennent à associer en plantation.

Sélection générative

Le moyen le plus sûr la valeur d'un clone de *Canephora* est d'étudier sa descendance. L'allogamie étant de règle, la valeur d'une descendance dépend de deux parents. Pour réaliser le test d'aptitude générale à la combinaison (top cross), on utilise les pollens de tous les clones soumis à l'essai. Les clones retenus seront utilisés pour le test d'aptitude spécifique pour la combinaison. Il existe plusieurs variétés de l'espèce *Coffea canephora* (tableau 19).

Tableau 04 : Les variétés de l'espèce *Coffea canephora*

Variétés	origines
Congensis	Rives de l'Ubangi
Couilou	Ouest africain
Couilou gabonais	

Fascicule d'enseignement

Niaouli	Côte d'Ivoire et Benin
Petit Indenie	Touba
Robusta	Cuvette congolaise
Ugandae (type ugandae)	

Tous les caféiers diploïdes s'hybrident :

Conuga= *congensis* x *ugandae*

Congusta= *congensis* x *robusta*

Amélioration des caféiers tétraploïdes et autogames**Critères de sélection**

Tous les caféiers appartenant à l'espèce *Coffea arabica* sont autocompatibles et autogames. Un bon cultivar est caractérisé par une bonne productivité, de bonnes caractéristiques commerciales et une bonne résistance aux maladies et ravageurs. Le café arabica est apprécié pour la belle dimension de ses fèves, leur teneur modérée en caféine (0,6 à 1,5%), l'arôme et l'acidité qu'il développe pendant la torréfaction et dans la tasse.

Méthodes de sélection**Sélection généalogique**

La sélection généalogique consiste à multiplier par autofécondation les plantes repérées dans la population et suivre leurs descendances durant plusieurs générations. Le but poursuivi est d'obtenir de lignées homogènes pour la productivité, la grosseur de la fève et la vigueur.

Hybridation

Le croisement de deux ou plusieurs parents est utilisé pour associer dans les mêmes individus les caractères recherchés. La mutation concourt à obtenir des géiteurs.

Matériel de départ

Chez le caféier arabica le matériel peut être une population, une variété, une forme ou lignée. La population est un groupe de plants dont les individus présentent un ensemble de caractères morphologiques et génétiques communs, qui les différencient des autres variétés de la même espèce. Le type est une subdivision de la variété et la lignée est une descendance issue d'un seul arbre.

Choix des arbres-mères

Il faut pour ce faire un choix assez large, basé sur la résistance aux bioagresseurs, la qualité de la fève et l'expérience du sélectionneur.

Sélection généalogique

Les différentes étapes de la sélection généalogique sont les suivantes: choix des candidats arbres-mères; multiplication des plantes retenues par autofécondation; étude en première descendance (essais comparatifs) des lignées issues des arbres-mères pendant six ans; et création par voie végétative des champs porte-graines.

Hybridation

Le but de croisement est cumulé dans un même individu les caractères recherchés.

Les différentes étapes de l'hybridation sont les suivantes: choix des parents; castration des fleurs du parent femelle un ou deux jours avant leur ouverture; couvrir les fleurs castrées et polliniser les fleurs un jour après la castration.

Hybridation interspécifique

Fascicule d'enseignement**Les hybrides *congusta***

Les hybrides *congusta* sont issus du croisement *Coffea canephora* x *Coffea congensis*. Les hybrides sont fertiles et vigoureux, adaptés aux sols d'alluvions temporairement inondés, donnant des graines de belle taille pouvant entrer dans des mélanges avec le café arabica.

Amélioration du café *robusta*

Le but poursuivi est l'amélioration de la qualité du café *robusta* en le croisant avec l'arabica. L'hybride tétraploïde obtenu est appelé Arabusta ayant les caractères suivants: la rusticité, la productivité, la résistance ou la tolérance à la rouille, la valeur organoleptique et la faible teneur en caféine comme l'arabica.

Création de l'arabusta

Les hybridations ont été réalisées entre le *robusta* diploïde femelle et l'arabica tétraploïde mâle.

Les arabusta font preuve d'une bonne précocité et d'une bonne productivité, une grosseur des fèves très satisfaisante et une résistance ou une tolérance vis-à-vis de la rouille (*Hemileia vastatrix*). Les clones d'arabusta se caractérisent par un remarquable bouturage, une qualité du breuvage supérieure à celle du *robusta*, une infusion possédant à la fois du corps et l'arôme, un goût intermédiaire, une teneur supérieure à la moyenne de deux parents. L'arabica est une réussite sur le plan scientifique, mais un échec sur le plan commercial car il ne vend pas sur le marché international.

Amélioration du café arabica

L'objectif est d'introduire chez l'arabica des caractéristiques intéressantes qui lui fait défaut. L'amélioration d'espèce arabica se fait par introgression génétique par voie biologique ou par voie biotechnologique. Le principe de l'introgression génétique par voie biologique repose sur le croisement de l'espèce arabica par une espèce détenant les caractéristiques recherchées, suivie de recroisements répétés (back-cross ou retrocroisement ou encore croisement retour) durant plusieurs générations (5 à 10) par l'espèce cultivée. A l'issue de ce processus, l'espèce arabica est reconstituée et a incorporé une partie plus ou moins importante d'information d'origine de l'espèce détenant les caractères recherchés.

3. Le cacaoyer (*Theobroma cacao* L.)

Le cacaoyer appartient à la famille des *Sterculiaceae*. Toutes les espèces ont $2n=22$ chromosomes. Les variétés sont réparties en trois groupes:

Groupe *Criollo*

Le groupe *Criollo* présente les caractères suivants : cabosses de couleur rouge ou verte avant maturité généralement allongées ; péricarpe mince et facile à couper. Ce groupe fournit un cacao fin, aromatique avec une amertume légère. Les variétés de ce groupe ne sont plus cultivées à cause de vigueur réduite et sensibilité aux maladies.

Groupe *Forastero*

Le groupe *Forastero* comprend tous les cacaoyers courants de l'Afrique de l'Ouest. Les variétés de ce groupe ont les caractères suivants:

Les fleurs présentent des staminodes pigmentées de violet, les cabosses de couleur verte et jaune à maturité, le péricarpe est épais et difficile à couper, les fèves plus ou moins aplaties ont des cotylédons de couleur pourpre à l'état frais.

Groupe *Trinitario*

Fascicule d'enseignement

Le Groupe *Trinitario* est constitué d'hybrides entre *Forastero* et *Criollo*.

2.1. Système de production

Les fleurs apparaissent sur le tronc, les branches principales ou sur les ramifications secondaires ne portant pas des feuilles (cauliflore).

a) Origine cauliflore

A l'aisselle de feuilles existe un bourgeon axillaire principal, toujours visible à l'œil nu, qui avorte peu après la chute de la feuille lorsqu'il ne s'est pas développé pour donner un axe végétatif. A proximité de ce bourgeon, axillaire principal se forment successivement plusieurs bourgeons secondaires peuvent se substituer au bourgeon axillaire principal disparu pour former un rameau végétatif. Le plus souvent ces bourgeons secondaires restent dormants pendant plusieurs années pour former des inflorescences.

Les zones d'apparition d'inflorescences sont visibles à l'œil nu formant un massif renflé appelé coussinet floral. L'ouverture du bouton floral débute l'après-midi, qui devient complète aux premières heures de la matinée suivante. Le pollen est fonctionnel après la déhiscence des anthères. la viabilité du pollen ne dépasse pas 48 heures et la pollinisation est entomophile assurée par des moucheron. La grande partie des fleurs ne sont pas pollinisées et tombent après 48 heures.

b) Incompatibilité

Il existe chez le cacaoyer l'incompatibilité qui se traduit par la chute de la fleur après la pollinisation due à l'absence de la fécondation. L'auto incompatibilité est la règle chez les *Forastero* "hauts amazoniens", fréquente chez les *Trinitario*, rare chez les autres *Forastero* cultivés.

c) La fécondation

La germination du grain de pollen sur le stigmate. Le tube pollinique atteint le sac embryonnaire au plus tard 24 heures après la pollinisation. Les tubes polliniques pénètrent à peu près simultanément dans tous les ovules de la fleur. La fécondation est complète trois jours après la pollinisation.

d) La reproduction par voie végétative

La reproduction végétative est utilisée par les centres de recherche pour travaux de sélection et les organismes de vulgarisation pour la multiplication du matériel de sélectionné en vue sa distribution aux cacaoculteurs.

2.2. Critères de la sélection

Le premier objectif est d'ordre quantitatif, qui tend à créer des clones et des populations hybrides à haut rendement, résistants ou tolérants aux maladies et ravageurs;

Le deuxième est d'ordre qualitatif, qui tend à obtenir un produit homogène possédant des caractères physiques exigés par les industriels et de bonnes qualités organoleptiques.

2.3. Méthodes de sélection

La sélection végétative s'occupe de la comparaison des clones et de la distribution des meilleures boutures d'entre eux. Elle consiste à comparer les têtes de clones en prenant pour témoin un clone local pour mener les essais. Les premiers essais permettent de sélectionner les clones d'élite après trois à cinq récoltes, ensuite cela est suivi par l'implantation des essais multilocaux.

Fascicule d'enseignement

Les meilleurs résultats ont été obtenus pendant longtemps par la sélection végétative. Les clones sélectionnés par bouturage permettent d'avoir des plantations homogènes dont les rendements sont supérieurs à ceux issus de semis.

Le matériel haut amazonien présente des caractéristiques intéressantes du point de vue de précocité, productivité et rusticité. Son utilisation comme parent croisé avec d'autre matériel génétique d'origines différentes permet de créer des hybrides à la grande vigueur hybride.

Les cacaoyers haut-amazoniens sont auto-incompatibles, phénomènes permettant la production en grande quantité des semences hybrides.

La sélection générative s'occupe des croisements entre variétés en vue de bénéficier de l'effet hétérosis de F1 et réunir dans la population ainsi obtenue les caractères intéressants des clones. Elle consiste à distribuer les semences sélectionnées aux planteurs. Par la pollinisation contrôlée, les hybrides obtenus bénéficient d'effet hétérosis avec des caractères intéressants secondaires.

2.3.1. Hybridation artificielle

L'isolement des fleurs non épanouies se fait la veille de la fécondation à partir de 16 heures sur les deux parents. L'isolement est réalisé en utilisant un tube plastique transparent de 4 à 5 cm de long et de 1 cm de diamètre.

La pollinisation s'opère le lendemain matin de bonne heure. Le pollen sur les fleurs isolées la veille du parent mâle est déposé sur les stigmates des fleurs isolées et castrées la veille du parent femelle. Malgré l'auto-incompatibilité, il est prudent de faire la castration des fleurs du parent femelle. La réussite ne dépasse pas 15 à 20%.

Les critères de sélection sont: poids moyen d'une fève et d'une cabosse; couleur des cabosses sur coupes transversales (0 pour la couleur blanche et 5 pour violet foncé); rapport poids des fèves fraîches/ poids des cabosses; nombre de cabosses nécessaires pour produire 1 livre de cacao marchand; caractéristiques organoleptiques et résistance aux maladies et ravageurs.

2.3.2. Biotechnologies en amélioration de cacaoyer

Les marqueurs biochimiques et moléculaires sont utilisés pour connaître l'organisation génétique de l'espèce et pour étudier les processus de domestication. L'espèce possède une grande variabilité génétique dont une minime partie est utilisée pour l'amélioration.

2.4. Multiplication et diffusion des nouvelles variétés

Dans le cadre d'une sélection végétative, la multiplication et la diffusion se pratiquent par bouturage. C'est sur l'arbre de tête de clone qu'on prélève les boutures tôt le matin. La base de boutures est taillée, les feuilles réduites de moitié, ensuite traitées à l'auxine avant de les mettre dans le propagateur. Dans le cadre d'une sélection générative, les semences hybrides sont produites en grandes quantités dans un champ semencier isolé constitué par deux parents du croisement retenu. Seules les graines récoltées sur le clone autostérile seront distribuées; les semenciers sont généralement composés d'un cacaoyer mâle pour 8 cacaoyers femelles.

3. Le bananier**3.1. Création de cultivars**

Le bananier appartient à la famille de *Musaceae*. La plupart de bananes et plantains comestibles dont le nombre chromosomique de base est 11, appartiennent aux espèces *Musa acuminata* et *Musa balbisiana*:

Fascicule d'enseignement

Musa acuminata (A) : AA

Musa acuminata (A) x *Musa balbisiana* (B): AB, AAB, ABB

Les types sauvages des bananes produisent de graines. Certaines variétés sont ornementales et donnent un régime érigée. Les bananiers et les plantains portents des régimes tombants sont classés en trois groupes: diploïdes, triploïdes et tétraploïdes. qui sont des variétés parthénocarpiques.

Variétés parthénocarpiques diploïdes et triploïdes à génome *Acuminata***Variétés diploïdes (AA)**

La variété figue sucrée est la plus connue du groupe donnant de fruits courts, pulpe très sucrés et peau fine.

Variétés triploïdes (AAA)

Comprend les grands cultivars de banane dessert exportables, c'est le cas de Gros Michel, Grande naine, Naine, Figue rose, etc.

Variétés parthénocarpiques diploïdes et triploïdes à génomes *Acuminata* et *Balbisiana*

Les variétés diploïdes (AB) sont communes en Inde. Les variétés triploïdes à dominance *Acuminata* (AAB) regroupent les plantains, la banane créole ou French plantain, la corne, et la figue pomme à saveur aigrette de la pulpe.

Variété triploïde à dominance *Balbisiana* (ABB)

Un seul représentant est largement répandu la Cacambu, souvent utilisé pour l'ombrage des jeunes caféiers et cacaoyers en Amérique tropicale.

Variétés parthénocarpiques tétraploïdes

Un tétraploïde naturel (ABBB)' *Klué teparod*' ne se trouve qu'en Thaïlande et les pays limitrophes.

3.2. Système de reproduction

L'inflorescence a son origine au niveau de corne. Elle monte et se dégage au centre du bouquet foliaire. Les fleurs femelles ne portent que des stigmates sont à la base et le mâles au sommet portent un ovaire rudimentaire;

A l'ouverture, les ovaires de fleurs femelles sont déjà longs, et se développent sans fécondation (parthénocarpique). Pendant la formation des fruits les fleurs mâles chez la plupart des cultivars ne sont pas encore épanouies.

3.2.1. Hybridation naturelle

Chez le bananier l'autofécondation est difficile à cause de la protogynie et la réceptivité de la fleur femelle est très courte. L'hybridation naturelle est entomophile, les insectes visiteurs sont attirés par les excréments des nectaires.

3.2.2. Hybridation artificielle

Les étapes de l'hybridation sont les suivantes: ensacher l'inflorescence la veille de l'ouverture de la première bractée normale; ensacher l'inflorescence mâle sur laquelle sera prélevé le pollen; déposer le pollen sur le stigmate; couvrir pendant quelques jours les fleurs pollinisées; découvrir les fleurs fécondées après quelques jours; récolter les fruits à un âge avancé.

Les graines sont souvent peu nombreuses quand le parent femelle est parthénocarpique.

Fascicule d'enseignement**3.3. Critère de sélection**

Les critères de sélection de banane dessert et le plantain sont la résistance à la cercosporiose noire, la fusariose vasculaire, la bactériose vasculaire, Bunchy top, et les nématodes et le charançon.

3.4. Méthode d'amélioration**a) Sélection massale**

Consiste à sélectionner des clones résistants aux maladies et ravageurs à partir d'une grande collection bananière. Les clones retenus peuvent être multipliés rapidement par micropropagation.

b) Amélioration par hybridation

L'hybridation artificielle peut se faire par deux méthodes:

a) Obtention des variétés tétraploïdes

Les variétés tétraploïdes sont obtenues par le croisement entre bananiers diploïde et triploïde (ne donnant pas de gamètes réduits). Cette stratégie est utilisée pour introduire la résistance aux maladies (cercosporiose noire et fusariose vasculaire) et les nématodes ainsi certains caractères agronomiques.

Cette démarche se heurte à de nombreuses contraintes: faible fertilité de **parents triploïdes, pollinisation difficile, port encombrant, fruits impropres à la consommation en raison de la présence des graines.**

b) Obtention de variétés triploïdes

Les variétés triploïdes sont obtenues à partir d'un croisement des parents diploïdes. Un des parents est traité par la colchicine pour obtenir un tétraploïde. Ensuite le tétraploïde est croisé au diploïde pour donner de variétés triploïdes. Cette méthode présente plusieurs avantages: utilisation de parents sauvages très fertiles, obtention de variétés triploïdes, obtention d'une stérilité souhaitée, etc. cette méthode est exploitée pour introduire la résistance aux maladies.

c) Utilisation des biotechnologies en amélioration de bananier et plantains

Pour améliorer le bananier et le plantain par les biotechnologies on utilise les méthodes suivantes:

L'embryogenèse somatique;

Le génie génétique (transgénèse) pour introduire des gènes d'intérêts. C'est la méthode utilisée pour la création des cultivars résistants à la maladie du sommet touffu de bananier (Bunchy top).

3.5. Multiplication et diffusion

La multiplication rapide se fait par la culture des méristèmes.

3.6. Production de boutures (rejets) ou sélection conservatrice

Les variétés clones inscrites au catalogue officiel sont :

Les plantains: BS210, BS529, Bubi, Diyimba, FHIA21, Mfuba Ndongila, Nsekula, Nsikumuna, Orishele ;

Les bananes à cuire: Bita, Cardaba, FHIA25, Saba ;

Les bananes de table: FHIA01, FHIA03, FHIA23, Ibota (Yangambi km 5), SH3640, Gros Michel, Mafuta, Mwasi Zoba.

Fascicule d'enseignement

Les normes de certification sont regroupées dans le tableau 18.

Tableau 20 : normes de certification de boutures de plantain

Plants hors types et pathologies	Pourcentage
Hors types plants de base	1
Hors types plants certifiés 1 et 2	2
BBTV (Banana Bunchy Top Virus)	0
BXW (Banana Xanthomonas Wilt)	0
Cercosporiose noire	?

Fiche technique de multiplication de rejets de plantain**Superficie**

La superficie minimale est d'un ha.

Antécédent cultural

La production des rejets se fait sur n'ayant pas porté le bananier. Les parcelles d'ouverture sont les plus indiquées ainsi que celles ayant portées les cultures vivrières.

Isolement

Le plantain est une espèce à multiplication végétative stricte, la division de parcelles avec des étiquettes est amplement suffisante.

Préparation du terrain

Le plantain exige un labour profond de 30 cm. La proche présence de la nappe phréatique est souhaitable. Le sol doit avoir un bon équilibre entre sable, argile et limon.

Qualité de boutures

Les cornes sont prélevées sur les plantes saines.

Plantation

La plantation doit coïncider avec la saison des pluies. L'écartement est de 1 ou 2 m dans tous sens. Les cornes ou leurs éclats sont plantés dans de poquets de 40 à 60 cm (50 x 50 x 50 cm) dans tous sens.

3.7. Production de rejets**Méthode d'éclats de souche**

Cette méthode utilise les cornes ayant déjà donné le régime. Le corne est déterré avec ses rejets et suite sectionné longitudinalement en donnant 4 à 6 éclats d'un kg chacun. Les éclats sont traités par une solution des pesticides (insecticide, nématicide et fongicide). Les éclats sont plantés à l'écartement de 1 x 1 m pouvant donner 1 à 3 rejets après 3 à 4 mois.

Méthode de recépage

Les rejets sont plantés à l'écartement de 2 x 2 m. Après 5 à 6 mois, les plants sont recepés, les bourgeons apicaux détruits. Chaque plante ainsi traitée donne 2 à 4 rejets. Une ouverture est appliquée sur le pseudo tronc au niveau du sol, suivie de la destruction du bourgeon et d'un traitement phytosanitaire.

3.8. Multiplication de rejets dans un propagateur

Fascicule d'enseignement

Les cormes dont les bourgeons apicaux ont été ôtés ou leurs éclats sont mis dans un propagateur pour émettre des rejets rapidement.

3.9. Multiplication par micropropagation ou embryogenèse somatique

Les explants sont dans le milieu de culture pour régénérer de vitroplants.

3.10. Entretien en plein champ

Pour les méthodes d'éclats de souche, de recépage et décapitation, l'entretien consiste à désherber le champ ou à faire le paillage dans les petits champs pour contrôler l'humidité et les mauvaises herbes. Les rejets sont prélevés sur les cormes mères ou éclats quand ils ont atteints 50 cm de long. Les traitements phytosanitaires, l'épuration et la phytosanitation en plein champ sont des opérations culturales obligatoires. Les boutures sont traitées directement après la récolte.

3.11. Contrôle de culture et lots

Aucune norme de contrôle n'est établie, mais il s'avère que deux inspections sont nécessaires. La première lors de la reprise de la végétation de cormes ou de leurs éclats. La deuxième à la récolte des rejets pour la diffusion. Quand au nombre minimal de rejets à prélever, le SENASEM reste muet.

4. Hévéa (*Hevea brasiliensis* (WILLD.) MUELL. ARG)

L'hévéa appartient à la famille des *Euphobiaceae*. C'est une espèce monoïque à fleurs unisexuées. En dehors de *Hevea brasiliensis* il existe d'autres espèces dont le nombre peut atteindre 8. Leur zone de distribution est amazonienne.

4.1. Système de production

Les fleurs mâles et femelles distinctes sont groupées sur une même inflorescence en forme de grappe (racème). L'hybridation est la règle, mais l'autofécondation est relativement fréquente. Il est important de savoir que l'allogamie et l'autogamie sont effectives chez l'hévéa, mais il est difficile de quantifier la part qui revient à chaque mode de reproduction.

4.2. Pollinisation artificielle

Le taux de réussite reste très faible même dans les conditions les plus favorables. Il est préférable d'obtenir des fleurs sur des plantes âgées de deux ans pour certains clones précoces.

Les étapes de la pollinisation sont les suivantes : choix des inflorescences à croiser ; castration et élimination des fleurs femelles trop jeunes et trop âgées ; prélèvement des fleurs mâles très tôt le matin et conservées dans un récipient contenant des feuilles fraîches.

Il est conseillé de conserver six à huit fleurs femelles par inflorescence car il est rare d'obtenir plus de deux fruits se développant sur une même inflorescence. Le meilleur moment de pollinisation arrive quand le périanthe est jaune vif et que les sommets des lobes sont prêts à se séparer.

Trois à quatre mois après pollinisation, les fruits doivent être entourés d'un récipient pour éviter la perte de graines lors de la déhiscence de la capsule. Le taux de réussite varie entre 5 et 15 %.

4.3. Critères de sélection

Fascicule d'enseignement

Les critères de sélection sont le rendement en latex, la réaction d'oxydation du latex, la résistance aux maladies (*Armiliara mellea*, *Fomes lignosus*, *phytophthora palmivoira*, *Oidium hevea*, etc.)

En résumé, il faut créer des variétés clones performantes, mieux adaptées aux conditions du milieu et répondant aux exigences de l'utilisateur.

4.4. Méthodes de sélection

L'amélioration se fait chez l'hévéa par deux voies végétative et générative.

4.4.1. Multiplication végétative

La sélection végétative consiste à multiplier végétativement un pied qui se distingue par ses caractères. Les arbres issus de cette multiplication constituent un clone dont l'utilisation dépendra de caractères (boutures ou bois de greffe).

a) Greffage

Trois types de greffage sont pratiqués sur l'hévéa :

- ✓ Le greffage en écusson est utilisé pour une production à grande échelle ;
- ✓ Le greffage en aouté s'effectue avec un porte greffe et un greffon aoutés ;
- ✓ Le greffage en vert est réalisé avec porte greffe et greffon jeunes. Le greffage peut se faire trois à quatre mois après le semis. Le porte greffe et le greffon doivent avoir le même âge.

a) Bouturage

Les chercheurs ont eu recours au bouturage car le greffage présente certains handicaps : l'emploi exclusif de greffage fait disparaître le système racinaire d'origine, et pose aussi le problème d'une compatibilité porte greffe et greffon qui est responsable de l'hétérogénéité intraclonale.

Le bouturage est réalisé de la manière suivante : constitution d'un substrat à base de briques pilées ; récolte de boutures constitués par des rejets très vigoureux non encore aoutés récoltés sur les plants greffés recepés. Toutes les feuilles du ou des derniers verticilles.

4.4.2. Multiplication générative

La sélection générative compte quatre étapes

1. Choix de parents

L'introduction de nouveaux clones provenant de régions très différentes et génétiquement éloignées va permettre d'obtenir les hybrides à haut effet d'hétérosis. L'utilisation de la technique de l'électrophorèse permet d'appréhender directement variabilité génétique.

2. Croisements

Ils sont réalisés par la pollinisation artificielle. Il existe trois étapes : sélection en pépinière, sélection en plein champ de clone et champs comparatifs.

3. Sélection en pépinière

Après la germination des graines, les plantules sont repiquées à la densité de 1,5 x 1,5 m. la sélection s'effectue après sur les critères suivants : maladies foliaires, croissance en épaisseur, morphologie (nombre d'unités de croissance et de hauteur), potentiel de production à partir de microsaignées. Les différentes épreuves sont couronnées par la sélection de 50 sujets d'élite sur 1.000. Ces 50 individus sont clonés et plantés dans un petit champ.

Fascicule d'enseignement**4.4.3. Sélection en champ**

Les 50 clones retenus sont comparés à trois témoins. Chaque clone est représenté par 30 individus plantés aux écartements de 7 x 2,8 m. Le dispositif retenu est en blocs aléatoire, à 3 ou 4 répétitions couvrant chaque 4 ha.

Jusqu'à trois ans, il est réalisé une mesure en conditions greffées des principaux critères de morphologie et de croissance.

A trois ans ne sont retenus que les clones qui représentent les bonnes caractéristiques morphologiques. A trois et demi, les arbres retenus sont mis en saignée pendant une période de 6 mois et ils sont stimulés une fois après trois mois de saignée. Pendant cette période le rendement en caoutchouc, les paramètres physiologiques (teneur en magnésium et en phosphore, groupements thiols et saccharose, indice d'éclatement des lithoïdes, activité de phosphatases totales et pH) et histologiques (nombre de mentaux laticifères, épaisseur de la bande de phloème fonctionnel et non fonctionnel) sont mesurés.

4 ans et demi après le clonage, 5 à 6 clones sont retenus pour planter en plein champ à grande échelle.

Champs comparatifs

Chaque clone retenu est planté à raison de 500 arbres par ha (conditions normales d'exploitation). Les essais multilocaux sont recommandés pour apprécier l'adaptation du matériel végétal aux différentes conditions environnementales de milieux.

4.5. Sélection de l'hévéa en Malaisie

Le schéma de sélection proposé par Rubber Research Institut of Malaysia (R.R.I.M.) comprend les phases suivantes :

Les graines par hybridations et pollinisations artificielles sont en pépinière où une sélection de semence aux intervient après la première année ;

Les semences sélectionnés sont multipliés végétativement et introduits dans des petits essais de triage de clones, le nombre d'individus par clone est limité (10 à 16 par clone) ;

Les clones intéressants sont après 3 à 5 années de saignée dans de petits essais de triage de clone ; c'est-à-dire 10 ans après la multiplication végétative ;

Les clones retenus en petits essais de triage sont introduits dans les grands essais installés dans les grandes de production d'hévéaculture ;

Les essais comparatifs sont établis de façon à contrôler l'hétérogénéité de lieux, l'influence du saigneur, l'incidence de la nature du porte greffe ;

Les superficies réduites à 0,2 ha par clone répétés cinq fois ;

La proposition de clones qui passe des grands essais vers les plantations commerciales varie de 2 à 10% ;

Après cinq ans de saignée, les meilleurs clones sont recommandés pour la plantation de superficies expérimentales, c'est qu'après 10 ans de saignée que les plantations plus importantes sont préconisées.

D'autres méthodes d'améliorations sont proposées comme la mutagenèse et la polyploidie.

4.6. Biotechnologies en amélioration d'hévéa

Fascicule d'enseignement

Les méthodes biotechnologiques sont : les marqueurs moléculaires pour la caractérisation de l'hévéa ; l'embryogenèse somatique ; obtention des vitroplants à partir de cals.

4.7. Multiplication et diffusion des nouveaux clones

La multiplication des clones d'élites se fait soit par greffage soit par bouturage. C'est généralement la greffe en écusson qui est utilisée.

Avec le bouturage d'un matériel adulte, les boutures obtenues se montrent souvent sensibles au vent, en raison d'une régénération d'un système racinaire sans pivot et une mauvaise répartition périphérique des racinaires.

La multiplication in vitro permet l'obtention d'un système orthotrope grâce à un retour à un stade juvénile. Deux voies sont envisagées, il s'agit du micro bouturage et l'embryogenèse somatique.

2) Amélioration de cultures vivrières

1. Le manioc (*Manihot esculenta* CRANTZ).

1.1.1. Sélection créatrice (création des nouvelles variétés clones)

Le manioc appartient à la famille d'*Euphorbiaceae*, tribu des *Manihoteae* et genre *Manihot*, qui comprend près de 100 espèces réparties en 17 sections. Toutes les espèces du genre possèdent $2n=36$ chromosomes.

Biologie florale et système de reproduction

L'inflorescence est une panicule. Les fleurs femelles sont peu nombreuses et se situent à la base (fig.1). Les fleurs mâles plus nombreuses se retrouvent au sommet. Le manioc se multiplie par voie végétative pour produire des racines tubéreuses et par voie générative pour la création des nouvelles variétés clones. Le manioc est une plante allogame par protogynie. La pollinisation est essentiellement entomophile.



Figure 1 : inflorescence de manioc

Viabilité de pollen, réceptivité de stigmate et pollinisation artificielle

La viabilité de pollen de l'ordre d'une semaine, la réceptivité de stigmate est d'environ d'un jour.

Fascicule d'enseignement

La pollinisation artificielle s'opère de la manière suivante: repérer une inflorescence; éliminer toutes les mâles et femelles épanouies; l'inflorescence ainsi travaillée est ensachée dans un sac (enveloppe) en papier sulfurisé; les anthères (pollen) sont récoltées sur le parent mâle et ensuite déposées sur les stigmates du parent femelle.

Les fruits qui sont capsules déhiscentes à trois loges mûrissent après 75 à 90 jours. Les graines sont récoltées au moment de déhiscence.

Critères de sélection

Le but poursuivi est de créer des variétés clones à haut rendement et aux qualités utiles. On recherche une forte productivité en matières utiles (amidon) et d'autres caractéristiques comme la ramification tardive, les entre-nœuds courts, longue durée de vie de feuilles, bon indice de récolte, la résistance aux maladies les plus importantes et les ravageurs les plus nuisibles, il s'agit de la mosaïque africaine, la striure brune de manioc, la bactériose du manioc, l'anthracnose, la cochenille farineuse, la cochenille racinaire, l'acarien vert. L'amélioration de la qualité qui concerne essentiellement la diminution des teneurs en glucoside cyanogénétique et le comportement du produit récolté pendant le stockage.

Phénotype idéal de plant de manioc sélectionné

Le phénotype recherché est celui d'un cultivar ayant de : feuilles à longue vie; racines tubéreuse assez grosses, compactes, courtes, sans pédoncules, facile à ôter l'écorce; environ huit racines portées par pied; grande surface foliaire; entre-nœuds courts; taille ne dépassant 2 m; seule tige émise par bouture; ramification tardive de la tige; émission tardive de fleurs; fort rapport pondéral racines/tiges, etc.

Méthodes de sélection

L'allogamie chez le manioc est de règle, l'hétérozygotie est très élevée de sorte que l'autofécondation donne une grande variabilité dans la descendance. Celle-ci produit des effets dépressifs montrant ainsi les relations qui existent entre l'hétérozygotie d'un matériel végétal et sa vigueur hybride.

Quelques espèces intéressantes

Certaines espèces de *Manihot* ont des caractères intéressants qu'on peut croiser avec *Manihot esculenta* pour améliorer l'espèce ou créer une nouvelle espèce ; il s'agit de : *M. oligantha* subsp. *nesteli* à faible HCN, 7% de protéines racinaires, donnant un croisement fertile avec *Manihot esculenta* *tripartita* adapté aux longues périodes de sèches, mais la tige meurt en saison sèche avec 7% des protéines racinaires *M.anomala* adapté aux régions humides, aux sols engorgés, croisement fertile avec *M. esculenta* *M.zethneri* avec une très large adaptabilité aux sols sableux qu'argileux engorgés et 3% de protéines dans les racines tubéreuses. Son croisement est fertile avec *M.esculenta* *x M.tomentosa* ne donne pas de racines tubéreuses, mais bien adapté à la sécheresse, et le système aérien disparaît en saison sèche.

M.tristis subsp. *saxicola* avec forte teneur en protéines, *M. glaziovii* résistance à la mosaïque (Kenya, Inde), croisement fertile avec *M. esculenta* *M. caerulescens*, *M. stipularis* et *M. procumbens* résistance à la sécheresse, aux toxicités du sols et à l'adaptation au froid. *M. dichotoma*: résistance à la mosaïque (Afrique de l'Est. *M. catinga*: résistance à la mosaïque.

Hybridations intraspécifiques

Elles sont utilisées pour créer des nouvelles variétés clones, qui deviennent des cultivars clones si elles sont cultivées. Chaque graine issue du croisement est un cultivar potentiel. Les

Fascicule d'enseignement

sélectionneurs croisent des parents de grandes valeurs possédant les caractères recherchés pour les mettre dans un même individu. L'hybridation doit être dirigée en utilisant la pollinisation artificielle.

Introduction de matériel étranger

Le centre d'amélioration peut recevoir du matériel étranger et étudier leur adaptation dans le milieu. C'est une technique peu onéreuse et simple.

Démarche de la création d'un cultivar clone chez le manioc

La multiplication après la première génération peut se faire par bouturage ou par micropropagation. Le tableau 1 donne les différentes étapes de la création d'une variété clone de manioc.

Tableau 5 : Schéma de la sélection créatrice d'un cultivar clone

année	Effectifs observés et sélectionnés	opérations
0	Nombre de croisements x nombre de graines	Création de génotypes
1, 2, 3 et 4	Graines semées/ nombre de boutures	Sélection sur les caractères individuels (forme, résistance aux maladies et ravageurs, etc.). Le nombre des clones va diminuer au fur et à mesure que la sélection avance
5, 6, 7 et 8	Suite de la sélection sur d'autres caractères	Sélectionner sur le rendement, la qualité, l'adaptation au milieu, etc.
9 et 10	Inscription au catalogue national	

Multiplication et diffusion des nouvelles sélections

Pour diffuser plus rapidement les nouveaux cultivars, il existe des méthodes plus rapides: propagation par de feuilles, boutures à deux nœuds et cultures de méristèmes.

Biotechnologies utilisées en amélioration de manioc

La diversité génétique est obtenue grâce à l'utilisation des marqueurs moléculaires. Les différentes techniques dérivées du génie génétique permettent de détecter des marqueurs dits moléculaires, travaillant directement sur l'ADN, et donc indépendamment des variations du milieu et de la plante concernée.

Il existe plusieurs types de marqueurs dont parmi les plus utilisés on peut citer les marqueurs RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*) et les marqueurs issus de la PCR (*Polymerase Chain Reaction*).

Les biotechnologies ont permis l'augmentation de la diversité génétique, aidant les sélectionneurs à accéder aux ressources génétiques internationales et à créer des nouvelles variétés plus performantes.

Fascicule d'enseignement**Production du manioc transgénique (Organisme Génétiquement Modifié: OGM)**

Les chercheurs sont à pied d'œuvre pour créer grâce aux biotechnologies les cultivars transgéniques à haute teneur de protéines, à faible teneur de glucoside cyanogénétique, à bon rendement et bonne qualité d'amidon.

1.1.2. Sélection conservatrice (production des boutures)**Variétés clones inscrites au catalogue officiel**

Manioc amer: disanka, musimwa, mvuama, mvuazi, Mwad kasang, sadisa

Manioc doux: butamu, liyayi, lueke, mahungu, malyoha, mapendo, mayombe, Mbankana, , Mugoli, Nabana, Namale, Ngandajika, nsansi,papai, TME 419 (Obama), RAV, sawasawa, zizila.

Les normes de certification pour les boutures de manioc après inspection au champ au champ sont mentionnées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Normes de certification de boutures de manioc

Etat sanitaire	Pourcentage
Tiges blessées	15
Dessèchement des tiges durant la conservation	1
Mini-boutures germées, difformes ou blessées	5
Anthracnose	5
Cochenille farineuse	5
Cochenille racinaire	0
Acarien vert	5
Bactériose de manioc	01
Striure de manioc	?

Fiche technique de la production de boutures**Superficie**

La superficie minimale est d'un ha.

Antécédent cultural

Le manioc revient sur la même parcelle que 3 ans après. Le manioc étant une plante à multiplication végétative.

Isolement

L'isolement de 5 à 10 m entre différentes variétés clones est satisfaisant. Les boutures doivent avoir au moins 5 nœuds et une longueur de 10 cm. Elles sont récoltées sur les plantes âgées de 8 à 16 mois.

Plantation

La plantation se fait au début de la saison des pluies. La plantation se fait soit à plat sur sol bien drainé, soit sur butte dans les zones humides au sol épuisé. Les boutures sont plantées soit verticalement ou obliquement en enterrant les 2/3, soit horizontalement en les plaçant à une profondeur de 5 à 10 cm.

Densité de plantation

Fascicule d'enseignement

La densité peut varier entre 10.000 pieds/ha (écartement: 1 x 1 m), 12.500 pieds/ha (écartement: 1 x 0,8m), 15.000 pieds/ha (écartement: 1 x 0,66).

Entretien

Le premier sarclage se fait 2 à 3 semaines après la plantation. Le second 1 à 2 mois après le premier et le troisième au début de la seconde année de culture.

Récolte

Les boutures peuvent être récoltées soit 8 mois après la plantation en sacrifiant ainsi la production des tubercules, soit à la fin du cycle végétatif de la variété clone. La bouture est coupée à 20 cm du sol. Les bottes de 50 boutures d'un m de long chacune sont mises à l'ombre pendant un mois.

Traitements phytosanitaires, épuration, fertilisation et phytosanitation en plein champ. Toutes ces 5 opérations sont obligatoires et les boutures sont traitées directement après la récolte.

Contrôle de culture et lots

Deux visites sont obligatoires. La première est programmée après la plantation et la deuxième pendant la récolte. Le nombre minimal de boutures à prélever est de 25 pour différentes analyses

. Maïs (*Zea mays* L.)

Le maïs appartient à la famille des *Poaceae*, qui comprend huit genres, dont cinq asiatiques de faible importance économique, et trois américaines (*Zea*, *Tripsacum* et les téosintes). Le genre *Zea* ne compte d'une seule espèce *Zeamays* L. toutes les variétés cultivées possèdent $2n=20$ chromosomes. Nulle part au monde, il n'existe un maïs sauvage. Deux hypothèses émises sur l'origine du maïs sont retenues : la première proposant soit que le téosinte actuel serait l'ancêtre sauvage du maïs, soit qu'un téosinte primitif serait à la fois l'ancêtre du maïs et du téosinte ; la deuxième proposant qu'une forme disparue de maïs soit l'ancêtre du maïs moderne avec le téosinte comme forme mutante. La première hypothèse est la plus probable.

Création de variétés**Système de reproduction**

L'inflorescence mâle est une panicule terminale, sur laquelle s'insèrent par paires des épillets biflores.

L'inflorescence femelle est un épi porté par un pédoncule et enveloppé par des spathes. La rafle représente la partie axiale, renflée, sur laquelle l'insèrent, par paires, des épillets biflores. Cet épi présente habituellement 12 à 16 rangées de grains.

Le gynécée comprend un ovaire uniloculaire surmonté d'un style très long (10 à 30 cm), réceptif sur toute sa longueur, dénommé 'soie'. A la floraison, les soies dépassent l'extrémité des spathes.

La floraison d'une panicule mâle dure en moyenne de huit à douze jours, le début de l'anthèse précédant de peu l'apparition des styles chez la première inflorescence femelle.

Mode de fécondation

Le maïs est une plante autofertile, mais l'allogamie est élevée assurée exclusivement par le vent (anémophile). Le taux de fécondation croisée est d'au moins 95%. L'autofécondation naturelle tourne au tour de 5%. Cela signifie que dans une production de maïs si les

Fascicule d'enseignement

autofécondations ne sont dommageables au cours de la première génération de multiplication, elles peuvent le devenir si elles se reproduisent plusieurs fois.

Dès que l'ovule est fécondé, le style cesse de croître et se dessèche. Protégé de tout contact avec le pollen, il peut atteindre une longueur considérable et rester turgescent une quinzaine de jours.

La durée de la réceptivité des fleurs femelles ne semble pas dépasser le douzième jour. Quant à viabilité du pollen, elle est extrêmement réduite. Dans les conditions les plus favorables, il reste viable durant 18 à 24 heures, mais il est tué rapidement s'il est soumis à la chaleur ou à la dessiccation. Il semble que seule la conservation au froid (-4°C) permette de prolonger efficacement dans une certaine mesure cette viabilité jusqu'à cinq jours.

Le pollen peut être transporté par le vent à une grande distance. C'est pourquoi il est recommandé une distance de 300 m entre deux camps pour éviter les croisements indésirables.

Pollinisation contrôlée

La fécondation contrôlée est intéressante ; car elle permet de conserver côte à côte des variétés diverses, sans que l'on soit obligé de les disperser en nombreuses parcelles isolées. Elle permet aussi dans les buts d'amélioration, d'opérer des autofécondations ou d'hybridations dirigées.

Technique de la pollinisation contrôlée

L'inflorescence femelle est recouverte d'un sachet de papier parcheminé, ouvert au sommet. Cette ouverture, par où s'effectue la pollinisation, est fermée par un pli retenu par une attache.

L'inflorescence mâle est protégée la veille ou l'avant-veille de la pollinisation par un sachet de papier parcheminé. La pollinisation s'effectue, en une seule opération, le troisième jour qui suit l'apparition des styles, elle peut néanmoins être différée jusqu'au septième jour, sans que le rendement ne soit diminué. La proportion d'hybridations accidentelles obtenue par ce procédé est de l'ordre de 1 pour mille.

Critères de sélection**La productivité**

La productivité est l'objectif le plus important, cela est lié à l'exploitation de l'effet hétérosis ou vigueur hybride. Pour obtenir ces résultats, il faut croiser les lignées obtenues après 7 à 8 générations pour les variétés hybrides. Les nouvelles variétés créées doivent présenter une productivité plus élevée et plus régulière que les anciennes. La productivité est accompagnée par la résistance aux parasites et ravageurs, ainsi qu'une meilleure adaptation aux techniques culturales.

Les caractéristiques technologiques du grain

La nature de l'amidon d'un grain de maïs normal est de 27% d'amylose et 73% d'amylopectine. Pour diverses raisons industrielles, Le sélectionneur cherche à augmenter l'une ou l'autre forme d'amidon. Ainsi que le maïs cireux ne contient que l'amylopectine (gène waxy) ou des maïs amylicés (gène amylose étendu). Il est possible d'atteindre des teneurs en amylose comprises entre 70 et 80%.

L'amélioration de la quantité et de la qualité des protéines du grain fait aussi partie des critères de sélection. Les sélectionneurs tentent de créer des variétés à haute teneur en protéines et riches en acides aminés généralement déficients. Un premier objectif est

Fascicule d'enseignement

l'obtention du maïs dont le grain possède une teneur en protéines voisine de 15%. Le second est d'augmenter la teneur en acides aminés déficients tels que la lysine et le tryptophane. Mais une augmentation de la teneur protéique totale correspond à une augmentation de la teneur en zéine, prolamine pauvre en lysine et tryptophane. Il existe donc une relation négative entre la teneur en protéines et celle en acides aminés essentiels (lysine et tryptophane).

L'amélioration qualitative peut se pratiquer soit en augmentant l'importance du germe dont les protéines sont bien équilibrées, soit en améliorant la composition des protéines de l'endosperme qui est de qualité médiocre, car elles sont déficientes en lysine et en tryptophane (fig. 3)

Deux caractères ont un effet important sur la composition en acides aminés des protéines de l'endosperme du grain de maïs. Les maïs qui possèdent **les gènes « opaque 2 » (o₂)** ou **« farineux 2 » (f₂)** sont appelés riches en lysine. Cette appellation est quelque peu impropre, car la lysine n'est pas le seul acide aminé mis en cause, d'autres comme tryptophane, leucine, acide aspartique sont aussi concernés. Les caractères o₂ et f₂ étant récessifs, il faut les hybrides ou populations créées possèdent ces caractères à l'état homozygote. Les types o₂ et f₂ se reconnaissent par la texture de leur endosperme, tous les deux étant très farineux.

Les grains à consistance farineuse ont tendance à avoir une plus faible densité. Ils sont sensibles à la pourriture que les types durs ou indentés. Ils sèchent plus lentement que les types normaux, on peut obtenir des hybrides mieux équilibrés en acides aminés de deux manières :

en incorporant, ensemble ou séparément, les deux gènes récessifs dans des lignées pures par rétrocroisements ;

en incorporant, ensemble ou séparément, ces gènes dans de grandes populations qui pourront ensuite être sélectionnées à la fois pour une bonne productivité et un bon équilibre en acides aminés.

Le phénotype "opaque2" est malheureusement influencé par des gènes modificateurs. Dans certains cas, les grains "opaque 2" ne dépassent pas la moitié du poids des grains normaux apparentés ; dans d'autres cas, il arrive que la différence entre les deux types de grains soit nettement faible.

Tableau 06 : teneur en acides aminés chez différents types de maïs

N°	ACIDE AMINE	MAÏS NORMAL	MAÏS OPAQUE	MAÏS FARINEUX
01	Acide aspartique	7,0	10,8	10,9
02	Acide glutamique	26,0	19,8	20,6
03	Alanine	10,1	7,2	8,6
04	Arginine	3,4	5,2	4,3
05	Cystine	1,8	1,8	1,6
06	Glycine	3,1	4,7	3,7
07	Histidine	2,9	3,2	2,4
08	Isoleucine	4,5	3,9	4,2
09	Leucine	8,8	11,6	13,9
10	Lysine	1,6	3,7	3,4
11	Méthionine	2,0	1,8	1,6
12	Phénylalanine	6,5	4,9	5,4
13	Proline	8,6	8,6	10,0

Fascicule d'enseignement

14	Sérine	5,6	4,8	5,3
15	Thréonine	3,5	3,7	3,6
16	Tryptophane	0,6	1,2	0,9
17	Tyrosine	5,3	3,9	4,7
18	Valine	5,4	5,3	5,6

Tableau 7 : Teneur en protéines de différents types de maïs (en pourcentage)

MAÏS NORMAL	MAÏS OPAQUE	MAÏS FARINEUX
12,7	11,1	13,6

L'amélioration de la teneur en huile du grain qui est en moyenne 4% passe par l'augmentation de la taille de l'embryon. En est contenu essentiellement dans l'embryon. Les travaux d'amélioration vont consister à augmenter la taille de l'embryon pour accroître la teneur en huile.

Modification du type de plante

Le **nanisme** consiste en l'obtention d'hybrides performants de taille réduite. Cette réduction améliore la résistance à la verse et permet l'apport des doses importantes d'engrais azotés. On utilise un caractère de nanisme le gène « **brachytic 2** ».

La **prolifération des épis** est une caractéristique par le sélectionneur pour augmenter leur nombre par pied et par conséquent compenser une faible densité de plantation par production d'un plus grand nombre d'épis

La **meilleure efficacité photosynthétique** est recherchée par la sélection des plantes aux feuilles dressées, celles à feuilles étagées le long de la tige, aux limbes retombants se portent mutuellement l'ombrage, ce qui réduit l'activité photosynthétique.

La **résistance à la verse abiotique** consiste à créer des hybrides dotés d'un système racinaire volumineux, bien ramifié, d'une tige solide au niveau des entre-nœuds de la base. La hauteur d'insertion de l'épi joue un rôle important dans la résistance à la verse.

Création de mâles stériles d'origine cytoplasmique est recommandée pour supprimer la castration.

Méthodes et techniques d'amélioration

Le maïs est une plante allogame, d'où la meilleure est l'hybride simple. La vigueur hybride est liée à l'état hétérosis. L'hybride simple est obtenu par croisement de deux lignées pures obtenues après 7 à 8 générations.

Création des variétés hybrides chez maïs

Différentes étapes de la création des hybrides sont : obtention des lignées ; sélection des lignées sur leur valeur hybride et création des hybrides (voir création des variétés chez les allogames).

Méthodes transgéniques appliquées au maïs

Le maïs Bt est un OGM, qui utilisé en agriculture contenant un ou plusieurs gène de *Bacillus turingiensis* (Bt)

Etapes de création des variétés hybrides simple, trois voies et double

Fascicule d'enseignement

Les différentes étapes (fig.3) de la création des variétés hybrides simple, trois voies et double sont l'obtention des lignées pures, la sélection des lignées sur leur valeur hybride, la soumission des lignées pures créées aux tests (test top cross, test polycross et test diallèle), la création des hybrides (hybride simple, hybride trois voies et hybride double).

Tableau 08 : différentes étapes de la création des hybrides

Génération	Modes de reproduction	Tests de transmission des caractères des lignées pures aux hybrides
Sélection de départ dans les populations ou	autofécondation	
F1	Autofécondation et sélection	
F2	“	Testeur x lignées
F3	“	Testeur x lignées
F4	“	Testeur x lignées
F5	“	Diallèles (lignée x lignée)
F6	“	
F7	“	
F8	“	

Les différentes étapes d'obtention des hybrides sont regroupées dans le tableau 4. Il existe plusieurs types d'hybrides dont le meilleur est l'hybride simple ou F1 (tableau 5)

Tableau 09: différentes étapes de la création d'hybrides

Hybride simple	Hybride trois voies	Hybride double	Types de semences
L1 et L2	L1, L2 et L3	L1, L2, L3 et L4	Semences de départ (lignées)
L1x L2	L1xL2, L3	L1xL2, L3xL4	Semences de base (lignées et hybrides simples)
HS	HSxL3	HS X HS	
L1 et L2			
L1x L2	HTV	HD	Semences certifiées

Tableau 10: différents types d'hybrides

Types d'hybrides	Exploitation		
	d'hétérosis	d'homogénéité	de stabilité
Hybrides de populations ou de familles	Incomplète (+)	Médiocre (-)	Médiocre (-)
Hybrides de lignées partiellement	Incomplète (+)	Incomplète (+)	Incomplète (+)

Fascicule d'enseignement

consanguines				
Hybrides de lignées pures	HD	Bonne (++)	Incomplète (+)	Bonne (+)
	HTV	très bonne (+++)	Bonne (++)	Bonne (++)
	HS	très bonne (+++)	très bonne (+++)	très bonne (+++)

Création des variétés à pollinisation ouverte

La sélection d'une variété synthétique comprend trois étapes qui sont la sélection des parents, l'intercroisement, le maintien de parents et la multiplication de la variété (tableau 6).

Sélection des parents

Les plantes parentales sont choisies dans des populations et soumises à une phase de consanguinité limitée

Intercroisement et maintien des parents

Après identification de groupe des parents (4 à 12), l'intercroisement ouvert de ces parents donne la base génétique de la variété (polycross initial ou synthétique 0. la constance variétale est recherchée par la conservation des plantes par multiplication végétative ou générative, par la production d'un lot important qui sera utilisé plusieurs fois.

Multiplication de la variété

La variété à pollinisation ouverte est obtenue en multipliant le produit de polycross pendant un certain nombre de fois (3 à 5 fois) qui varie selon l'espèce.

Tableau 11: schéma de création de variété synthétique

Etapes	Matériel utilisé ou obtenu
Sélection des parents	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11 et P12 :
Croisement libre des parents	synthétique 0 Interfécondation libre des parents
Croisement et sélection	Synthétique 1
	Synthétique 2
	Synthétique 3 ou 4
Obtention de la variété	Variété synthétique (population artificielle)

2.1. 2. Production des semences maïs (sélection conservatrice)

Le maïs est une plante allogame qui compte en son sein des variétés synthétiques et des variétés hybrides.

Reproduction de semences de variétés synthétiques

Variétés synthétiques inscrites au catalogue officiel: Babungo, Bambou, Katanga, Katoki wa lukasa, Kasaï 1, Musangana 1, Mudishi 1 et Mudishi3, Salongo 2, Samaru et Tambo.

Les normes de certification des semences de variétés à pollinisation ouvertes sont regroupées dans le tableau 7.

Tableau 12: normes de certification de variété à pollinisation ouverte

Fascicule d'enseignement

Test ou analyse à faire	Semences	
	de base	certifiées
Pureté spécifique	99	99
Pureté variétale	98	98
Pouvoir germinatif	90	80
Taux d'humidité	12	12

Fiche technique de production de semences synthétiques (variétés composites ou à pollinisation ouverte)**Superficie**

La superficie d'un champ semencier ne peut pas être inférieure à 1ha pour les semences de base et à 2 ha pour les semences certifiées.

Antécédent cultural

La multiplication d'une variété synthétique pour les semences de base est admise seulement dans les parcelles n'ayant portée la saison précédente des céréales.

En ce concerne les semences certifiées, la parcelle ne doit pas avoir porté de maïs précédente, sauf s'il s'agit de la même variété

Isolement

L'isolement de 400 m pour les semences de base et 200 m pour les semences certifiées.

Préparation du terrain

Il est recommandé de faire un labour d'être profond

Fertilisation

La fertilisation est obligatoire en appliquant le NPK 8.14.18. comme engrais

Semis

Les grains sont semés à une profondeur de 3 à 4 cm à raison de 3 par poquet. L'écartement est de 75 x 50 cm.

Entretien

Le sarclage s'effectue 10 à 30 jours après la levée. Traitements phytosanitaires, épuration et phytosanitation en plein champ

Récolte

Les épis sont récoltés quand les spathes sont sèches. Pour faire correctement les épis, on enlève les spathes et les mettre dans le séchoir ou cribs.

Egrainage

L'égrainage se fait quand le grain est sec. Les semences sont conservées à un taux d'humidité de 12 %.

Conservation et traitement

Les semences sont conservées dans des sacs et traitées aux pesticides pour lutter contre les bioagresseurs particulièrement les charançons.

Fascicule d'enseignement**Opérations sont obligatoires**

Les traitements phytosanitaires, épuration et phytosanitation sont des opérations culturales obligatoires à effectuer en plein champ.

Contrôle de culture et lots

Il faut un minimum de trois visites pour les semences certifiées et quatre pour les semences de base aux stades de pré-floraison, floraison et post-floraison.

Le poids minimal d'un échantillon des semences à prélever est de 1000 g pour un contrôle à posteriori et analyse au laboratoire. Les lots de semences de base et certifiées ne peuvent pas dépasser 10 et 40 tonnes.

Production de semences hybrides

Les lignées pures qui doivent être utilisées comme parents et les variétés hybrides inscrites au catalogue officiel: L9, L12, L33, L55, ZP800, ZP800M. les normes de certification sont reprises dans le tableau 8.

Tableau 13 : Normes de certification pour les variétés hybrides

Test ou analyse à faire	Semences	
	de base	certifiées
Pureté spécifique	98	98
Pureté variétale (couleur et texture du grain)	0,1	0,2
Pouvoir germinatif	90	90
Taux d'humidité	12	12

La production des semences hybrides comprend deux étapes, la première est la production des semences des lignées pures (parents) et la deuxième est celle de la production des semences hybrides issues des croisements de deux, trois ou quatre lignées pures pour l'obtention respectivement d'hybride simple ou F1, trois voies ou double.

Fiche technique de la production de semences lignées pures (utilisées comme parents)

Les semences de lignées pures qui peuvent être de semences de départ ou de base, sont produites comme les variétés lignées pures, mais une attention particulière doit être accordée à l'isolement (au moins 400 m).

Fiche technique de la production de semences hybrides**Superficie**

Fascicule d'enseignement

La superficie d'un champ semencier ne peut pas être inférieure à 1ha pour les semences de base et à 2 ha pour les semences certifiées.

Antécédent cultural

La multiplication d'une variété hybride est admise seulement dans les parcelles n'ayant portée la saison précédente des céréales.

Isolement

L'isolement de 400 m pour les semences de base et 200 m pour les semences certifiées.

Préparation du terrain

Il est recommandé de faire un labour d'être profond

Fertilisation

La fertilisation est obligatoire en appliquant le NPK 8.14.18. comme engrais de fond et l'urée comme engrais de couverture

Semis de la production de parents lignées pures

La production des parents lignées pures est identique à celle des variétés lignées pures des espèces autogames.

Semis de la production de parents hybrides ou variétés hybrides HS, HTV et HD

Les quantités de semences par ha : Parent mâle: 8 kg ; Parent femelle: 17 kg

Dispositif de parents

Parent mâle: 2 lignes ; Parent femelle: 4 ou 6 lignes

Castration

La castration de parent femelle est recommandée pour éviter son autofécondation.

Synchronisme

L'utilisation de techniques assurant la meilleure concordance de floraison entre lignées mâles et femelles. Des décalages de dates de semis ou l'utilisation d'artifices accélérant la croissance de l'un de parents.

Traitements phytosanitaires, épuration et phytosanitation

Toutes ces opérations sont obligatoires en plein champ. Les gousses sont traitées directement après la récolte.

Récolte de semences hybrides

La récolte de semences est effectuée uniquement sur le parent femelle.

Egrainage

L'égrainage se fait quand le grain est sec. Les semences sont conservées à un taux d'humidité de 12 %.

Conservation et traitement

Les semences sont conservées dans des sacs et traitées aux pesticides pour lutter contre les bioagresseurs particulièrement les charançons.

Contrôle de culture et lots

Fascicule d'enseignement

Les deux premières visites sont faites juste avant l'apparition des panicules. Une visite supplémentaire est faite en cours de récolte et si possible une autre à la livraison. Le poids minimal d'un échantillon à prélever sur un de semences est de 250 g pour les lignées et 1000 g pour les hybrides. Les lots de semences de base et certifiées ne peuvent pas **dépasser 20 et 40 tonnes**.

2. Arachide (*Arachis hypogea* L.)**1.1. Sélection créatrice**

L'arachide appartient à la famille de *Fabaceae*. Le nombre de chromosome est $2n=40$ (tétraploïde). le nombre chromosomique de base du genre *Arachis* est de $x=10$. Les fleurs sont cléistogames, ce qui signifie l'autogamie est pratiquement totale chez l'arachide. Après la fécondation, la base de l'ovaire s'allonge pour donner naissance au gynophore, qui se développe verticalement par géotropisme positif. La gousse prend la position verticale entre 2 et 7 cm sous le sol.

Autofécondation

Aucune précaution ne peut être prise car l'autofécondation est la règle. La nature cléistogames des fleurs réduit fortement l'hybridation.

Hybridation

La castration s'effectue la nuit entre 20 et 22 heures. La pollinisation a lieu le jour suivant le matin (4 h). L'hybridation de l'arachide est une opération très délicate dont la réussite est faible dépassant rarement 50%.

Critères de sélection**Le rendement en huile**

Il oscille entre 43 et 55% chez les cultivars, alors qu'il varie entre 46 et 63% chez les espèces sauvages. Les arachides du type Virginia produisent une huile contenant peu d'acide linoléique et tendent à avoir une huile plus stable que les arachides de type Spanish et Valentia. Les hybrides obtenus entre différentes sous espèces présentent des variations dans la composition chimique de l'huile produite.

Le rendement en protéines

Très peu de travaux dans ce domaine, la moyenne est 26% de protéines chez les cultivars, cela peut être amélioré.

Résistance aux maladies

La rosette est une virose transmise par un puceron *Aphis craccivora*, il existe des cultivars résistants au Burkina au Sénégal.

La rouille (*Puccinia arachidis*).

Il existe des lignées résistantes qu'on peut utilisées comme parents pour introduire la résistance, il s'agit des variétés Tarapoto, Israël, DHT200, etc.

Les cercosporioses

Certaines variétés cultivées et sauvages sont résistantes à la cercosporiose précoce et tardive

Aspergillus flavus

Aucune solution n'a encore été trouvée à ce problème de santé publique.

Fascicule d'enseignement***Sclerotium rolfsii* (pourriture de la tige)**

aucune résistance n'a été trouvée

Résistance aux ravageurs (insectes et acariens)

Les sources de résistance sont rares et difficiles à déceler; pour les thrips, seules les résistances moyennes ont été observées. La résistance vis-à-vis des acariens chez certaines espèces sauvages.

Méthodes de sélection

Sélection massale permet d'extraire d'une population les meilleurs génotypes

La sélection généalogique est appliquée sur une population suffisamment variable permettant d'isoler les lignées pures possédant les plus grandes potentialités de production. Les descendances de chacune des plantes choisies sont suivies séparément, permettant de réaliser ainsi un choix mieux orienté vers un génotype désiré.

Hybridation intraspécifique est la méthode la plus utilisée dans l'amélioration de l'arachide. Après l'hybridation, on multiplie la population obtenue au cours des premières générations, le choix des lignées étant réalisé en F6 (généalogique indirecte ou différée). Et même parfois plus tard lorsqu'il ne se manifeste plus de ségrégations. Les descendances des souches sélectionnées sont multipliées en un essai qui permet de trier les lignes en cours de sélection. Il comprend un très grand nombre d'objets (jusqu'à 100 et plus) et un petit nombre de répétitions (1 à 3). Cette méthode prend beaucoup de temps, il faut en moyenne 12 à 15 ans pour développer une nouvelle variété. C'est pour cette raison la sélection peut commencer plus tôt (en F2) en gardant une seule graine (filiation monograine ou SSD= Single Seed Descant).

Le rétrocroisement (back-cross) est utilisé lorsqu'on veut transmettre un caractère simple à une variété lignée pure ayant un ensemble des caractères favorables.

Hybridation interspécifique

L'utilisation d'espèces sauvages dans l'amélioration de l'arachide cultivée est freinée par des phénomènes d'incompatibilité et de stérilité.

Les voies utilisées pour créer les nouvelles espèces sont les suivantes:

Voie du triploïde : l'espèce cultivée est croisée avec une espèce diploïde (40x20), le triploïde obtenu est doublé à la colchicine pour obtenir un hexaploïde, lequel sera rétrocroisé un certain nombre de fois par *Arachis hypogea* afin de revenir au niveau tétraploïde.

La voie de l'autotétraploïde: un diploïde sauvage est doublé par la colchicine puis croisé avec *Arachis hypogea*.

La voie de l'amphidiploïdie; deux diploïdes sauvages sont croisés entre eux, le nombre de chromosomes est doublé par la colchicine et ensuite croisé avec *Arachis hypogea*.

Utilisation de tétraploïde sauvage dont le croisement avec *Arachis hypogea* donne des hybrides fertiles.

Méthodes transgéniques appliquées à l'arachide

Le but poursuivi est de conférer la résistance aux virus, insectes et champignons, dont les gènes d'intérêts sont introduits par *Agrobacterium tumefaciens* et électroporation.

Multiplication et diffusion des nouvelles sélections

Fascicule d'enseignement

La multiplication et diffusion posent problème à cause de faible taux du pouvoir multiplicateur ne dépassant pas 10%.

1.2. Production de semences (sélection conservatrice)**Variétés inscrites au catalogue**

Les variétés inscrites au catalogue sont : A 65, A1408, A1052, Bubanji (JL24), G17, ICGM281, Kimpese, MGV4, Mbuaki, Mugeni, P43, et P49. Les normes de certification sont consignées dans le tableau 12.

Tableau 14 : Normes de certification de semences d'arachide

Test ou analyse à faire	Semences	
	de base	certifiées
Pureté spécifique	99%	99%
Pureté variétale	99%	99%
Pouvoir germinatif	70%	70%
Taux d'humidité	12%	12%
Semences d'autres espèces de plantes cultivées dans 1000 g	4	4
Graines de mauvaises herbes	0,05%	0,05%
Matières inertes	2%	2%

Fiche technique de production de semences d'arachide**Superficie**

La superficie minimale est de 0,5 ha

Antécédent cultural

Il est interdit de produire les semences de base ou certifiées dans une même parcelle deux années consécutives, sauf s'il s'agit de même cultivar.

Isolement

La nature cléistogame des fleurs réduit à très peu de choses le dangers d'hybridation. L'isolement de 5 m entre différents cultivars est amplement suffisant.

Préparation du terrain

Le sol doit être bien labouré à la profondeur de 15 à 20 cm.

Fertilisation

La fertilisation est obligatoire. Il est conseillé d'enrober les semences avec une souche efficace de Rhizobium, et apporter le phosphore et potassium après analyse du sol.

Semis

Le semis se fait à raison de 2 graines/poquet et l'écartement de 25 x 25 cm. Le semis doit correspondre avec la saison des pluies et la récolte se fait en saison de sèche.

Entretien

Le désherbage se fait les premières semaines après la levée.

Traitements phytosanitaires, épuration et phytosanitation en plein champ

Toutes ces opérations sont obligatoires

Fascicule d'enseignement**Récolte**

Les signes de maturité sont le jaunissement des feuilles, la couleur de gousses et de graines, la résistance de la gousse à la pression des doigts.

Séchage

La plante est arrachée avec ses gousses. Le séchage se fait pendant deux à trois semaines. Il faut atteindre un taux d'humidité de 12 %.

Conservation et traitement

Les semences sont conservées sous forme de gousses et traitées aux pesticides pour lutter contre les bioagresseurs.

Contrôle de culture et lots

Il faut un minimum de deux visites: la première pendant la floraison et la deuxième à la récolte (à la maturité). Le poids minimal d'un échantillon de semences à prélever est de 1000 g pour un contrôle à posteriori et analyse au laboratoire. Les lots de semences de prébase, de base et certifiée ne peuvent pas dépasser 5, 10 et 25 tonnes.

L'EXPERIMENTATION**A. LES CHAMPS D'EXPERIENCE****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 DEMONSTRATION

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

4. QUALITES DES CHAMPS D'EXPERIENCE

- 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

Fascicule d'enseignement

Une parcelle en expérimentation, est une unité expérimentale dans laquelle on attribue un traitement.

B. METHODES D'EXPERIMENTATION**I. METHODES DES COUPLES 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. METHODES 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.

Fascicule d'enseignement**III. METHODES DU CARRE 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 repartis 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.