

**Université de Kongo**  
**Faculté des Sciences Agronomiques**

# **Cours de Phytotechnie spéciale**

**A l'usage des Etudiants de I<sup>r1</sup> Phytotechnie**

**Professeur Dr. Ir. Jean de Dieu MINENGU MAYULU**

**Année académique 2014-2015**

# **TABLE DES MATIERES**

<i>TABLE DES MATIERES</i> .....	0
<i>INTRODUCTION GENERALE</i> .....	2
<i>I<sup>ère</sup> Partie : LES CULTURES ANNUELLES</i> .....	2
<i>Chapitre 1 : LES PLANTES A RACINES ET TUBERCULES</i> .....	2
I.1. LE MANIOC.....	3
I.2. LA PATATE DOUCE .....	7
I.3. LA POMME DE TERRE.....	9
<i>Chapitres 2 : LES CEREALES</i> .....	12
II.1. LE MAÏS .....	12
II.2. LE RIZ.....	16
II.3. LE FROMENT .....	22
II.4. SORGHO.....	25
<i>Chapitre 3 : LES LEGUMINEUSES</i> .....	27
III.1. L'ARACHIDE.....	28
III.2. LE NIEBE .....	32
III.3. LE SOJA.....	35
III.4. LE HARICOT .....	38
<i>Chapitre 4 : LE BANANIER</i> .....	40
<i>Chapitre 5 : LA CANNE A SUCRE</i> .....	45
<i>Chapitre 6 : LE COTONNIER</i> .....	48
<i>Chapitre 7 : LE TABAC</i> .....	54
<i>II<sup>ème</sup> Partie: LES CULTURES PERENNES</i> .....	56
Chapitre 8 : LE PALMIER A HUILE.....	57
CHAPITRE 9 : LE CAFEIER.....	61
Chapitre 10 : LE CACAOYER .....	66
Chapitre 11 : LE THEIER .....	71
Chapitre 12 : L' HEVEA.....	75
Chapitre 13 : LE QUINQUINA .....	81
Chapitre 14 : LE JATROPHA.....	84

## **INTRODUCTION GENERALE**

Etymologiquement on définit la phytotechnie comme l'art d'exploiter les végétaux. La phytotechnie n'est pas une science au sens strict, mais constitue une branche technique à finalité pratique.

La **phytotechnie générale** enseigne les principes généraux de la production végétale, alors que la **phytotechnie spéciale** s'intéresse aux méthodes de cultures spécifiques des différentes plantes cultivées.

La phytotechnie est un domaine complexe, car elle s'appuie sur diverses sciences (horticulture, agrostologie, sylviculture, etc.). Il est frappant de constater combien les systèmes phytotechniques varient d'une région à une autre. Par exemple, les méthodes culturales changent suivant le climat, le type de végétation naturelle, les conditions édaphiques et le relief. Compte tenu du fait que les facteurs de la production végétale interagissent, la réaction d'une plante à un nouveau complexe cultural est imprévisible. Il en découle que l'outil de choix de la phytotechnie est l'expérimentation.

Le cours de phytotechnie spéciale est divisé en deux parties, dont la première est consacrée aux plantes annuelles et la seconde aux plantes pérennes. Dans chacune de ces parties, on présente un certain nombre de cultures.

Le cours s'efforce de donner des informations nécessaires sur les conditions devant être réunies pour le développement normal des cultures, les techniques et contraintes liées à la production, les méthodes de récolte et de conservation. L'objectif final poursuivi est que toutes ces informations aboutissent sur le terrain à l'amélioration et à l'augmentation de la production agricole.

## **I<sup>ère</sup> Partie : LES CULTURES ANNUELLES**

### **Introduction**

On définit une plante annuelle comme une plante qui ne fleurit qu'une seule fois dans son cycle vital (de la plantation à la récolte). La floraison est généralement suivie par l'épuisement des méristèmes et la mort de la plante. La plupart des plantes annuelles sont des plantes herbacées, à faible développement végétatif et à cycle vital assez court.

Les diverses plantes que nous allons étudier sont classées non pas en fonction de leurs caractéristiques botaniques, mais en fonction de leur usage. Il s'agit donc d'une classification utilitaire (classification agronomique).

## **Chapitre I : LES PLANTES A RACINES ET TUBERCULES**

### **Introduction**

Ce groupe comprend des plantes dont le produit utile est une racine tubérisée (manioc, patate douce, igname, taro) ou un tubercule (pomme de terre) utilisé en alimentation humaine et animale. Ces plantes constituent le groupe d'aliment le plus important au Congo ainsi que dans toute la zone tropicale humide, ceci contrairement à la situation mondiale dominée par les céréales comme aliment.

Ces produits sont essentiellement des aliments énergétiques caractérisés par leur pauvreté en protéines (1 - 4%) et la difficulté de les conserver. D'où on les récolte au fur et à mesure de besoins. Bien

qu'appartenant à des familles botaniques diverses, ces cultures présentent des nombreux points communs suivants :

1. Du fait du développement souterrain du produit utile, toutes ces plantes exigent un sol léger et sont plantées sur buttes ou billons.
2. Toutes ces plantes présentent une certaine dégénérescence de la multiplication sexuée, et sont donc propagées végétativement.
3. Ces plantes ont les besoins élevés en potassium (K).

## **I.1. LE MANIOC**

### **I.1.1. Introduction**

Les racines de manioc constituent l'aliment de base de la plus grande partie de la population congolaise, tandis que les feuilles (pondu) représentent le légume le plus consommé en RDC. Cette importance justifie la création du PRONAM. Outre son utilisation en alimentation humaine et animale, le manioc se prête à des nombreux usages industriels notamment la fabrication d'amidon (pour l'industrie textile), de garri (farine) et d'alcool éthylique.

Des recherches ont été réalisées sur la planification de la farine de manioc, recherches dont l'intérêt est grand pour les régions tropicales, importatrices de la farine de blé.

### **I.1.2. Origine**

Le manioc a deux centres d'origine situés en Amérique, le premier en Amérique centrale comprenant l'Ouest et le Sud du Mexique, et le second en Amérique du Sud dans le Nord-est du Brésil. Le manioc semble être introduit en Afrique par les Portugais dans la 2<sup>ème</sup> moitié du 16<sup>ème</sup> siècle. L'extension de sa culture à travers le Continent africain, actuellement le plus grand producteur de manioc, a été favorisé par le fait qu'il constitue un aliment de réserve pendant les famines et qu'il est résistant au ravage du criquet migrateur.

### **I.1.3. Morphologie**

Le manioc est une plante arbustive, semi-ligneuse, de 4 à 5 m de haut à l'état spontané. En culture, il ne dépasse pas 2-3 m. c'est une plante pluriannuelle, mais n'est cultivée que durant 1-2 ans. La tige dont le diamètre ne dépasse pas 2-3 cm, est en grande partie remplie de moelle, ce qui la rend fragile. Après chaque floraison terminale, elle se ramifie en deux ou trois branches. Certains cultivars ne fleurissent pas et de ce fait, ne se ramifie pas ou presque.

Les feuilles sont alternes et comprennent 3-9 lobes. Leurs formes régulières sont souvent déformées par la mosaïque. L'inflorescence est une panicule terminale. Les fleurs sont unisexuées mais avec les fleurs mâles et femelles sur la même plante. Les fleurs femelles apparaissent à la base des axes, tandis que les fleurs mâles sont situées au sommet (protogynie). De ce fait, le manioc est allogame (il y a un croisement des pollens mâles et femelles). Le pollen est humide et gluant et la pollinisation est entomophile, surtout assurée par les abeilles. Le fruit est une capsule déhiscence à 3 graines. La germination est épigée (c'est-à-dire les deux cotylédons sortent au dessus du sol).

Le système racinaire est fasciculé, certaines racines sont tubérisées. Elles mesurent généralement 30-50 cm de long et peuvent même atteindre 1m avec un diamètre de 3-15 cm. Les racines tubérisées pèsent 2-4 kg, pouvant arriver jusqu'à 20-25 kg dans les meilleures conditions de culture. Une racine comprend 3 parties :

- Le périoderme qui est suberisé
- L'écorce : représentant  $\pm 20\%$  du poids de la racine
- La chaire blanche ou jaune : représentant  $\pm 80\%$  du poids de la racine.

Les racines présentent le grand avantage de se conserver assez longtemps dans le sol et constitue de ce fait un bon aliment de soudure (relie la bonne période et la mauvaise).

#### **I.1.4. Classification**

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz ou *Manihot utilisima* Pohl) appartient à la famille des Euphorbiacées. Celle-ci se caractérise entre autres par les caractères morphologiques (le port, la coloration de jeunes feuilles ou de pétioles, de feuilles adultes) et techniques (la résistance à la mosaïque, la productivité, la précocité et la teneur en acide cyanhydrique).

Du point de vue pratique, on classe le manioc essentiellement en fonction de sa teneur en acide cyanhydrique (HCN). On distingue ainsi, le manioc doux et le manioc amer. Le manioc doux contient peu d'acide cyanhydrique principalement localisé dans l'écorce tandis que le manioc amer est riche en HCN uniformément reparti dans les tissus de la plante y compris la chaire et les feuilles, aussi bien que la tige. On établit la relation suivante entre la teneur de la pulpe fraîche en HCN et la toxicité de manioc :

<u>mg de HCN/Kg</u>	<u>Toxicité</u>
< 50	Non toxique
De 50 à 100	Modérément toxique
> 100	Très toxique

Certains auteurs ont utilisé les termes *Manihot esculenta* ou *Manihot utilisima* pour désigner le seul manioc amer, tandis que le manioc doux était considéré comme appartenant à une autre espèce *Manihot palmata* ou *Manihot ducis*.

Cette distinction n'est plus acceptée et les deux groupes sont placés dans la seule et même espèce *Manihot esculenta*. En effet, il n'existe pas de différence morphologique entre les deux groupes tout simplement parce que de part et d'autre, on trouve des variétés de grande et de petite tailles, des variétés tardives et précoces, des variétés à faible et à haut rendement. En outre, la toxicité d'un clone varie avec les conditions de culture notamment avec le climat (une sécheresse prolongée peut l'augmenter).

#### **I.1.5. Ecologie**

Le manioc est essentiellement une plante de zones tropicales humides mais très plastique tant pour le climat que pour le sol. Ainsi donc, on retrouve sa culture presque partout en RDC. Comme toutes les plantes typiquement tropicales, le manioc ne supporte pas la gelée. Des températures moyennes de 24 à 25°C constituent l'optimum pour sa culture. Le rendement diminue avec l'altitude. A l'équateur, il peut être cultivé jusqu'à 1000 m d'altitude, mais au-delà de 1500 m par exemple, les conditions de température ne permettent plus une croissance normale de la plante.

Le manioc est cultivé dans des régions dont la pluviosité est variable. Cependant, l'optimum est de 1200 à 2000 mm de pluies par an. Malgré ses besoins élevés en eau, le manioc peut supporter une longue période sèche sauf à la plantation. Il résiste à la sécheresse en laissant tomber ses feuilles qui repoussent rapidement au retour des pluies. Sa résistance à la sécheresse est sans doute pour une large part dans la forte expansion actuelle du manioc en Afrique.

Comme toutes les cultures annuelles tropicales, le manioc est une plante héliophile. En culture intercalaire, il ne convient pas comme étage dominé. Il s'adapte à tous les types de sol à l'exception du sol marécageux, superficiel, pierreux ou très lourd. Il préfère un sol sableux, sablo-argileux profond, meuble et bien drainé pour un bon développement des racines tubéreuses. En sol très humide, la tubérisation se fait mal tandis que la croissance de l'appareil foliaire est exubérante. Des tels sols conviennent à la seule production des feuilles.

En ce qui concerne la fertilité du sol, le manioc est peu exigeant ; il peut, en effet, encore produire sur des sols épuisés, inaptes à recevoir d'autres cultures. De ce fait, il est généralement placé en fin de rotation. Cette rusticité du manioc explique aussi son extension actuelle au détriment de plantes exigeantes comme le plantain ou l'igname dans certaines régions. En sol très fertile, il peut y avoir excès de croissance végétative au détriment de la formation des racines. La durée de végétation est variable d'un clone à un autre. Pour un cultivar donné, elle varie aussi en fonction du climat et de la fertilité du sol.

En régions équatoriales, la croissance du manioc est rapide et la production précoce en six à douze mois (6 à 12 mois). Dans les régions d'altitudes et en zones tropicales, le manioc n'est récolté qu'après plus de 18 mois. En sol fertile, dans lequel la croissance végétative est favorisée par rapport à la formation des racines, la durée du cycle vital se trouve prolongée. Tout facteur qui retarde la tubérisation allonge la durée de végétation. C'est le cas aussi en sol très humide.

La reprise des boutures a lieu huit à quinze jours après le bouturage. Le sol est couvert en trois mois environ. La floraison a lieu après quatre à sept mois suivant les cultivars et les conditions culturales. Les conditions favorables au développement végétatif retardent la floraison.

### **I.1.6. Culture**

La propagation du manioc se fait par bouturage. Le recours au semis se limite aux seuls travaux d'amélioration parce que le taux de pollinisation artificielle est généralement faible. De même, le taux de germination est très bas. Le matériel végétal est choisi en fonction de :

- la productivité,
- la durée du cycle vital,
- la teneur en HCN.

Les maniocs amers réussissent de moins en moins au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, la tendance inverse s'observe pour les maniocs doux. Dans les régions à gros risque de destruction par les cochons sauvages ou autres mammifères, la préférence pourrait être donnée aux variétés amères.

Les boutures doivent être récoltées sur des tiges droites, dans la seule partie médiane. On évite les boutures basales, car bien que donnant un meilleur taux de reprise, présentent le plus de risque d'infection par la mosaïque. Les boutures les plus jeunes ont une reprise faible tandis que les boutures de branches donnent des rendements médiocres. Afin d'assurer une parfaite reprise, la coupe de tiges destinées à la préparation de boutures peut se faire une dizaine de jours avant la plantation. Le principe de laisser un peu de repos au bois de bouturage est valable pour toutes les plantes à latex (exemple le bananier).

Les tiges sont mises en botte et conservées dans un endroit frais verticalement pour éviter la sortie des yeux. La division de tiges en boutures se fait au moment de la plantation ou plutôt la veille. On coupe des morceaux de 20 à 30 cm de long portant 4 à 6 yeux. Actuellement, des micro-boutures de 12 cm en moyenne sont utilisées. Comme pour toutes les plantes tropicales, le moment de la mise en place est déterminé par le retour des pluies. Dans les régions à deux saisons culturales (région équatoriale), il est recommandé de planter au début de la grande saison de pluie. On place une à deux boutures par emplacement, horizontalement, verticalement ou obliquement. Lorsqu'on plante verticalement ou obliquement, il faut prendre soins d'enterrer la moitié ou le  $\frac{3}{4}$  de la bouture. Dans ce cas, on doit veiller à conserver la polarité des boutures, l'inversion de celle-ci provoque en effet la diminution de rendement et l'augmentation de la toxicité du manioc.

Le manioc est planté en culture pure ou en association avec d'autres cultures vivrières comme le maïs, l'arachide, le riz etc. En culture pure, on plante à environ 1m x 1m et en culture mixte, les écartements atteignent 2 à 3 m dans tous les sens. La quantité minimum de boutures pour un hectare de manioc en culture pure peut être calculée de la manière suivante : **10000 emplacements x 2 boutures/emplacement x longueur boutures.**

La préparation du terrain est sommaire. En forêt, après l'ouverture de la plantation, on se contente d'ameublir le sol aux endroits de plantation par quelques coups de houe. Dans certaines régions on établit des buttes et dans d'autres des billons. En savane, on commence par enlever les souches des graminées lesquelles sont parfois incorporées aux buttes ou billons dont la préparation se fait pendant la saison sèche.

En ce qui concerne l'entretien, le regarnissage des vides doit avoir lieu entre la deuxième et la quatrième semaine après la plantation. On utilise à cet effet des boutures déjà enracinées, de même âge que celles du champ, et produites à côté. Quant au sarclage, il a lieu lorsque les plants ont 40 à 60 cm de haut, environ 5 à 6 semaines après la plantation. Suivant l'importance des mauvaises herbes, d'autres sarclages peuvent être nécessaires. Deux à trois mois après la plantation, on butte les plantes pour favoriser la formation des racines.

La pratique courante de récolter les feuilles diminue la production en racines et favorise la propagation de certaines maladies. Une des solutions à ce problème pourrait être de spécialiser la culture soit vers la production des racines, soit vers celle des feuilles, d'autant plus que diverses variétés ont de plus grandes aptitudes pour l'une ou l'autre spéculations. Ainsi, la production des feuilles pourrait être réalisée là où les conditions de tubérisation sont mauvaises, par exemple en sol très humide.

La fumure est peu pratiquée en milieu traditionnel. Les amendements organiques augmentent la production. La fertilisation minérale recommandée se situe entre 30 et 60 kg d'azote, en évitant l'excès par rapport à K car les parties aériennes se développent alors au détriment des tubercules. L'apport de potassium (KCl) recommandé est de 60 à 300 kg. Les besoins en phosphore sont plus limités (20 à 40 kg d'acide phosphorique), des mycorrhizes endotrophes aident l'absorption de P.

La période de récolte du manioc est très variable. On commence la récolte lorsque les racines atteignent 2 à 4 kg. En zone équatoriale, ce poids est atteint en 10 – 12 mois après la plantation pour les cultivars locaux, mais cette durée du cycle cultural devient actuellement de plus en plus réduite pour le matériel amélioré, notamment les hybrides. Lorsqu'on s'éloigne de l'équateur, la récolte devient plus tardive. En milieu paysan, la récolte se poursuit au-delà de 2 ans, grâce à la capacité des racines de se conserver assez longtemps dans le sol. Dans ce cas, la récolte se fait au fur et à mesure des besoins. Dans certaines régions, on récolte racine par racine, en grattant le sol et en recouvrant de terre les racines à conserver, tandis que dans d'autres, on récolte par arrachage entier des plantes et en fouillant le sol pour récupérer les racines qui y sont restées. Cependant, après un certain temps de conservation dans le sol, les racines durcissent, se lignifient et se gâtent.

Les rendements varient sous l'influence des divers facteurs. Dans les stations de recherche, comme à Mvuazi, les rendements varient de 20 à 50 t/ha de racines fraîches. En milieu paysan, on obtient 20 à 25 t/ha en forêt et 10 à 15 t/ha en savane voir même moins de 5 tonnes.

### **I.1.7. Variétés diffusées en RDC**

#### **1. KINUANI :**

- Région de Kinshasa et du Bas-Congo
- cycle végétatif : 10 à 14 mois
- Rendement : 20 à 25 tonnes/ha (en station) résistance à la bactériose.

#### **2. F 100 : région de basse altitude**

- sol : lourd et léger de Bandundu, Bas-Congo et Kinshasa
- cycle végétatif : 12 à 18 mois
- Rendement : 15 à 20 tonnes/ha (en station), résistance à la mosaïque.

### 3. TSHILOBO :

- moyenne altitude (Kasaï)
- sol : sablo-argileux
- cycle végétatif : 12 à 18 mois
- Rendement : 14 à 20 tonnes/ha (en station) : résistance à toutes les maladies et aux acariens.

### 4. 40230/3 :

- région du Bas-Congo sur sol fertile.
- cycle végétatif : 12 mois
- Rendement : 30 à 35 tonnes/ha (en station) : résistance aux maladies bactériennes et à la mosaïque.

Actuellement, on trouve des nouvelles variétés sélectionnées par l'INERA : Mvuama, Rav, Kinuani, Sadisa, Zizila, Disanka, Mahungu, Butamu, Mayombe, Nsasi, TME419, Lueki, Mvuazi, etc.

## I.2. LA PATATE DOUCE

### I.2.1. Introduction

La patate douce constitue la 2<sup>ème</sup> culture parmi les racines et tubercules cultivés en RDC. Elle est produite partout dans le pays. Mais, les plus gros tonnages proviennent du Kivu, de la Province Orientale, du Bas-Congo et du Bandundu.

En RDC, la patate douce est consommée bouillie, frite ou braisée. La patate douce se prête aussi à des nombreux usages industriels, notamment la fabrication d'amidon, de glycose, de sirop ou d'alcool. Elle peut également servir à l'alimentation du bétail. Les feuilles sont consommées comme légume dans certaines régions. La patate douce est un aliment de bonne qualité, riche en vitamines A, B, C, et en calcium (Ca).

### I.2.2. Origine

La patate douce est également originaire d'Amérique tropicale. Le véritable centre d'origine n'est pas très bien connu car, disputé entre le Pérou et le Brésil. La patate douce aurait été introduite en Afrique au 16<sup>ème</sup> siècle par les Espagnoles et les Portugais.

### I.2.3. Morphologie

La patate douce est une herbe pluriannuelle mais cultivée comme plante annuelle. Elle se caractérise entre autre par la présence du latex dans toutes ses parties. La tige est rampante quelque fois volubile et mesure 1 à 5 m de long et 3 à 10 mm de diamètre. Elle porte des feuilles alternes dont la forme est variable, entières ou lobées. Il existe des variétés qui peuvent aussi nous donner des feuilles de forme différente sur la même plante (dimorphisme foliaire).

En culture annuelle, la floraison est rarement observée. Cependant, dans certaines conditions, la floraison peut subvenir à moins d'une année. Les fleurs sont axillaires, solitaires ou groupées. Elles sont hermaphrodites comportant 4 à 5 étamines généralement plus courtes que le pistil. D'où la pollinisation est croisée, et la plupart des variétés de patate douce sont hétérogames. Il y a également auto-incompatibilité. La pollinisation est entomophile principalement assurée par les abeilles.

Le fruit est une capsule indéhiscente contenant plus de 4 graines mais dont une ou deux seulement se développent. Les graines portent des enveloppes très dures. Le système racinaire est fasciculé. Les racines se forment aux nœuds de boutures et des tiges en contact avec le sol. Certaines de ces racines

environ 10 par plante, forment des racines amylacées de 0,3 à 0,5 kg. Le péricarde est blanc, jaune, orange, rouge ou brun et, la chair peut aussi suivre la même coloration.

#### **I.2.4. Classification**

La patate douce (*Ipomea batatas*) appartient à la famille de Convolvulacée caractérisée par une fleur en forme d'entonnoir. On distingue les cultivars selon la couleur de la chair et sa consistance après la cuisson (ferme ou tendre).

#### **I.2.5. Ecologie**

La patate douce est une plante très plastique en ce qui concerne les conditions écologiques. Son aire de culture s'étend de 40° Nord au 30-32° Sud, et couvre ainsi des climats aussi divers que tempérés, tropicaux et équatoriaux. A l'équateur, elle est cultivée jusqu'à des altitudes de 2000 à 2500 m, des altitudes auxquelles le manioc devient peu intéressant. La croissance et la production sont cependant maximales en climat chaud et humide (à basse altitude).

La patate douce demande beaucoup d'eau surtout en début de végétation. Il faut environ 600 mm d'eau pendant le cycle cultural qui dure 4 à 7 mois. Cependant, l'excès d'eau en fin de culture, lorsque les racines tubéreuses arrivent à maturité, provoque leur pourriture. ***Contrairement au manioc, la patate douce ne résiste pas à une longue sécheresse (elle ne laisse pas tomber les feuilles comme chez le manioc).***

La température optimale est de 24 °C et peut atteindre 26 °C et elle ne supporte pas la gelée. Comme toutes les plantes annuelles tropicales, elle est une plante héliophile. De même que le manioc, elle n'est pas très exigeante en ce qui concerne la fertilité du sol. Sa culture est pratiquée sur les sols les plus divers, mais les meilleurs rendements sont obtenus dans les sols légers, bien perméables sans excès d'eau ni d'azote.

Par expérience, une récolte de 15 t/ha exporte environ : N : 70Kg; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 20 Kg; K<sub>2</sub>O : 110 Kg. On remarque la prépondérance du potassium et à moindre niveau, celle de l'Azote. La durée du cycle végétal est de 4 à 7 mois selon les cultivars. En altitude avec température basse, certains cultivars ne sont récoltés qu'après 9 mois. La reprise des boutures commence 3 à 4 jours après la plantation. Elle est complète en huit à dix jours. Aux écartements usuels, le sol est totalement couvert après 4 à 5 semaines.

#### **I.2.6. Culture**

La patate douce comme les autres racines et tubercules est cultivée sur buttes ou billons dont la préparation manuelle demande beaucoup de travail. On fait des buttes de 60 cm de haut à la distance de 90 à 100 cm. Des billons étroits et hauts donnent de meilleures satisfactions. Ils auront 30 à 40 cm de haut et 60 cm de large et seront espacés de 90 à 100 cm. La préparation de buttes et billons se fait pendant la saison sèche.

Dans les régions de savanes : Bas-Congo par exemple, les cultivateurs ont l'habitude d'incorporer la paille dans les buttes et les billons. On constate expérimentalement que la patate douce répond bien en effet à la fumure organique. La propagation de la patate douce se fait par boutures. On peut aussi utiliser les fragments de racines ou des rejets de racines. Le semis est utilisé dans les seuls travaux d'amélioration. On prélève les boutures sur les plants âgés de 3 à 4 mois.

Contrairement au manioc, les meilleures boutures proviennent du sommet de la tige. On coupe des boutures de 20 à 40 cm de long et comportant 3 à 4 yeux. Cette opération est pratiquée au moment de la plantation.

Si on ne dispose pas de tiges au moment de la plantation, on peut utiliser de racines, de fragments de racines ou de rejets de ces racines à un stade suffisamment avancé de la culture. Les rejets de racines sont des boutures prélevées sur des plantules issues de racines. Ces rejets sont produits en pépinière. A cet effet, environ 2 mois avant la plantation, on met des racines en terre. Les tiges qui en résultent sont coupées en bouture ordinaire. Avant la reprise de ces racines, il importe d'éviter l'excès d'eau dans la pépinière.

La mise en place de bouture se fait généralement au début de la saison de pluie. Cependant, là où c'est nécessaire, il peut être utile de retarder la plantation pour que la récolte coïncide avec la saison sèche. On place 2 à 3 boutures par butte. Si on plante sur billon, on met aussi 2 à 3 boutures par emplacement tous les 50 cm. Suivant la largeur du billon, on aura une seule ou deux rangées de bouture. Les boutures sont plantées horizontalement, verticalement ou obliquement. L'entretien est simple, le regarnissage de vides a lieu 8 à 10 jours après la plantation. Ensuite 1 ou 2 sarclages sont indispensables jusqu'au moment où le sol est complètement couvert, ce qui prend 4 à 5 semaines. Là où les pluies sont abondantes, il est nécessaire de réparer les buttes et billons détruits par l'érosion.

La patate douce est peu exigeante en azote. La dose de potasse appliquée doit correspondre au triple ou au quadruple de celle d'azote. La fertilisation préconisée est de 500 kg de 15-12-24 par hectare, et 300 kg/ha de chlorure ou sulfate de potasse pour la culture suivante, en complément de sa fertilisation normale. Dans le Maryland, on applique 1 600 kg/ha de 3-9-12.

Lorsque le développement végétatif est excessif, ce qui est défavorable à la formation des racines amylicées (tubéreuses), il est recommandé de le freiner en repliant les tiges. Cette opération a pour but d'empêcher l'enracinement désordonné des tiges et, par conséquent de ralentir la croissance de l'appareil aérien. Cette pratique permet une maturation uniforme et prévient le développement de nombreuses petites racines tardives dont la formation se fait au dépend des premières formées à la base du pied. Cette considération est plus importante là où la récolte se fait par l'arrachage unique des plantes que là où la récolte se fait au fur et à mesure des besoins.

Le moment de la récolte se reconnaît au jaunissement des feuilles. A ce stade, si on coupe une racine formée, on constate que la sève dessèche rapidement et les surfaces coupées se colorent. Les racines bien développées se remarquent par le fait que le sol présente des crevasses à la surface.

Comme pour le manioc, en milieu paysan, on récolte au fur et à mesure des besoins. En culture industrielle, la récolte se fait par arrachage unique des plants à la main, à la houe ou à la fourche. Au cours de la récolte on évitera de blesser les racines tubéreuses.

## **I.3. LA POMME DE TERRE**

### **I.3.1. Introduction**

La pomme de terre est une culture typique des régions tempérées. Cependant, on la cultive aussi sous les tropiques et en altitude élevée.

En RDC, comme dans d'autres pays africains, la pomme de terre est devenue un aliment relativement important pour une certaine couche de la population, surtout urbaine. Dans ces pays, la pomme de terre est considérée comme un aliment de luxe. En réalité, il n'en est rien, parce que la patate douce par exemple n'a rien à envier à la pomme de terre quant à sa valeur nutritive; et même, la patate douce est un aliment plus riche que la pomme de terre, particulièrement en vitamines A, B et C, et en Ca.

Notre pays importe une partie de ses besoins en pomme de terre. On peut cependant noter que la RDC possède de larges étendues propices à la culture de la pomme de terre, surtout dans les régions d'altitude à l'Est du pays, et même dans le Bas-Congo.

Les formes d'utilisation de la pomme de terre sont très variées : elle est consommée en nature, frite ou sous forme de purée. La pomme de terre peut aussi être utilisée en alimentation du bétail. Dans l'industrie, elle sert à la fabrication d'amidon, d'alcool et de féculé.

### **I.3.2. Origine**

La pomme de terre est originaire du Pérou. Elle a atteint le continent africain en passant par l'Europe. C'est d'Europe également qu'elle a été introduite en Amérique du Nord.

### **I.3.3. Morphologie**

La pomme de terre est une plante herbacée à tige très ramifiée, de 30 à 100 cm de haut, et portant des feuilles composées-pennées. Les fleurs apparaissent en cymes terminales, dont les pétales sont blancs, roses ou pourpres. Le fruit est une petite baie non comestible portant des graines plates, utilisées uniquement dans les travaux d'amélioration.

L'organe usuel de propagation, qui est aussi la partie utile, est formé par les tubercules. Ceux-ci sont des organes de réserve riches en amidon. Ils sont produits par des rameaux souterrains ou stolons. Ainsi, contrairement aux plantes précédentes, à racines, **la pomme de terre est une plante à tubercule**. Chaque tubercule porte un certain nombre d'yeux ou bourgeons disposés en spirales, et d'où se développent de nouveaux individus. La chair du tubercule est généralement blanche ou jaune.

Le système racinaire est pivotant, mais la majeure partie des racines se trouvent dans les 30-60 premiers cm du sol.

### **I.3.4. Classification**

La pomme de terre, *Solanum tuberosum*, est une solanacée, et n'a pas de relation botanique avec la patate douce, qui, elle, est une convolvulacée. D'autres solanacées cultivées sont le tabac, la tomate, le piment et l'aubergine. On peut mentionner les tentatives françaises de créer la pomate, c'est-à-dire un hybride entre la pomme de terre et la tomate, qui produirait, dans sa partie aérienne, des fruits et dans sa partie souterraine, des tubercules.

Le genre *Solanum* comprend au moins 100 espèces, dont *S. tuberosum* est la plus cultivée. Les autres espèces interviennent souvent en amélioration, par exemple *S. demissum*, dans la lutte contre le mildiou, véritable fléau dans la culture de la pomme de terre.

### **I.3.5. Ecologie**

Etant une culture tempérée, la pomme de terre, sous les tropiques, on ne la retrouve qu'en altitude (comme dans l'Est de la RDC). Cependant, elle ne supporte pas la gelée. La température du sol idéale pour la formation des tubercules est de l'ordre de 17 à 19 °C. Au-delà de 30 °C, la tubérisation se fait mal, car la respiration devient supérieure à la photosynthèse.

La pomme de terre demande un apport régulier d'eau, surtout en début de végétation et durant la formation des tubercules. Les besoins totaux en eau sont estimés à 300 - 600 mm pendant la végétation. Cependant, une période de sécheresse est indispensable à la récolte, car un excès d'eau à cette époque provoque la pourriture des tubercules.

La pomme de terre réussit sur une gamme variée de sols. Des sols acides, pH 4,5 à 5,5, lui conviennent le mieux et ces conditions freinant la gale. Aussi faut-il éviter le chaulage dans la culture de la pomme de terre. On choisira de préférence un sol léger, comme pour les cultures précédentes, en vue d'un bon développement des tubercules.

Si la culture se fait en saison sèche, on utilisera des bas-fonds, c'est-à-dire des fonds de vallées humides, sinon il faut irriguer. La durée du cycle végétatif varie de 3 à 4 mois selon les conditions de culture, le sol et le climat.

### **I.3.6. Culture**

Comme toutes les plantes à "racines et tubercules", la pomme de terre est généralement plantée sur buttes ou billons. Lorsque le sol est léger, on peut aussi la planter à plat. En sol lourd, un labour de 13-18 cm est recommandé.

Le matériel de plantation est constitué par les *tubercules ou les fragments de tubercules* de poids moyen compris entre 40 et 60 g, et portant au moins un "œil". Des tubercules entiers sont à préférer à des fragments de tubercules parce que les pertes dues aux maladies sont moindres (les surfaces coupées représentent une porte d'entrée pour les pathogènes) et les rendements sont plus élevés, pour le même poids de 2 types de matériel. *Les tubercules à utiliser pour la plantation doivent avoir été stockés au moins pendant 3 mois après la récolte, car la pomme de terre présente le phénomène de dormance entre les 3 et 5 premiers mois qui suivent la récolte (post-maturation).*

En altitude, le moment de plantation se situe au début de la saison des pluies. Là où la culture n'est possible qu'en saison sèche, la plantation se fait à la fin de la saison des pluies ou au début de la saison sèche. S'il n'existe pas de possibilités d'irrigation, il faut choisir les fonds de vallée humides. Dans les régions chaudes, la culture de hors saison donne de meilleurs résultats que celle de saison normale du fait de moindres attaques par le *mildiou*.

En RDC, on adopte généralement les écartements de 50 – 70 cm x 40 – 50 cm, avec comme densités de plantation de 35 500 à 40 000 plants/ha. Pour 40.000 plants à l'hectare, il faut prévoir environ 2 tonnes de "semences" (matériel de plantation). On plante à 5 – 10 cm de profondeur selon les conditions du sol.

Les soins d'entretien consistent en 1 ou 2 sarclages selon l'importance de la végétation adventive et en 1 ou 2 buttages suivant l'intensité des pluies.

Lorsque les engrais chimiques sont disponibles, on applique principalement l'azote (90 – 112 kg/ha) et le potassium (112 – 183 kg/ha). La pomme de terre répond faiblement aux engrais phosphatés. L'excès d'azote est cependant à éviter, car il stimule le développement de l'appareil végétatif au détriment de la formation des tubercules. L'application d'engrais est fréquemment faite à la plantation. Lorsqu'il n'y a pas d'engrais chimiques, l'incorporation de matières organiques, par exemple le fumier de ferme donne des augmentations sensibles de rendement.

La maturité des plants se reconnaît au jaunissement des feuilles. On récolte à la houe ou à la fourche, de préférence par temps sec. Le rendement moyen de la pomme de terre en RDC est de 5 tonnes/ha, en culture extensive.

# Chapitres 2 : LES CEREALES

## Introduction

Comme nous l'avons dit au début, les racines et tubercules constituent le groupe d'aliment le plus important en RDC, tandis que les céréales occupent la deuxième place. Sur le plan mondial par contre, on observe une situation inverse. Les céréales viennent bien en tête et les racines et tubercules en 2<sup>ème</sup> position. Toujours sur le plan mondial, on peut classer les céréales selon l'ordre décroissant suivant : Blé, Riz, Maïs, Sorgho.

Quant au blé, pourtant devenue une denrée de 1<sup>ère</sup> nécessité vu l'importance du pain et autres produits à base de la farine de blé, notre pays recourt totalement à l'importation pour satisfaire la demande intérieure.

Contrairement aux racines et tubercules dont l'appartenance botanique est variée toutes les céréales sont des graminées. Elles ont des tiges frêles et fragiles, ce qui les rend susceptibles à la verse. Toutes ces plantes sont propagées par semis. Elles sont exigeantes en ce qui concerne la fertilité du sol particulièrement en azote, d'où on les place toujours en tête de rotation ou après une légumineuse.

## II.1. LE MAÏS

### II.1.1. Introduction

Le maïs représente actuellement la 3<sup>ème</sup> culture vivrière en RDC après le manioc et le plantain. Cependant, la production nationale reste insuffisante et le pays doit en importer des grosses quantités.

On peut noter qu'il s'agit là d'une faiblesse inacceptable de notre agriculture. Pour résoudre à ce problème, le Conseil Exécutif de l'époque avait créé le Programme National Maïs (PNM) qui était basé à Kaniama-Kasese et qui était chargé de produire des semences améliorées devant être distribuées auprès des producteurs.

Le maïs constitue un aliment pour l'homme et les bétails et sert de matières premières pour des nombreux produits industriels. Les grains immatures sont consommés bouillis ou braisés, entier ou moulu. En Afrique, le maïs est principalement consommé sous forme de farine seule ou en mélange avec le manioc ou le soja par exemple.

Dans les pays développés, on l'utilise comme fourrage ; les grains ou le tourteau dans l'alimentation du bétail. Les industries de l'amidonnerie, de l'huilerie, de la brasserie utilisent d'énormes quantités de maïs à partir duquel on produit aussi de l'alcool notamment le Lotoko qui est devenu très célèbre.

### II.1.2. Origine

Le maïs est originaire d'Amérique du Sud (Amérique tropicale). Dans ces régions, il constituait déjà la nourriture de base des populations précolombiennes. L'origine botanique est incertaine. Il n'existe en effet aucune forme sauvage de cette plante. On a longtemps pensé que le maïs provenait de la Téosynte (*Euchlaena mexicana*). Cette hypothèse est abandonnée actuellement car le maïs et la Téosynte ont le même ancêtre.

### II.1.3. Morphologie

Le maïs est une graminée annuelle à tige pleine. Contrairement aux autres graminées, il ne talle généralement pas. Chez certaines variétés cependant, on peut rencontrer une ou deux talles. La tige

mesure 2 à 4 cm de diamètre et la plante atteint 1 à 4 m de haut. La tige est fragile et le danger de verse est grand. Les nœuds inférieurs portent des nombreuses racines adventives aériennes qui n'atteignent souvent pas le sol. De ce fait, il est de pratique courante de butter le maïs.

La majeure partie des bourgeons axillaires restent dormants. Un bourgeon quelque fois 2, rarement 3 se développent en épi. Le maïs est monoïque mais contrairement aux autres céréales, il porte des inflorescences unisexuées. L'inflorescence mâle est une panicule terminale dont les épillets sont réunis deux à deux. L'inflorescence femelle est un épi axillaire entouré de nombreuses bractées (6 à 14) protectrices. L'épi comporte un axe ou rachis épais portant un nombre paire de rangées de fleurs (8 à 16 parfois plus).

L'ovaire comportant un seul ovule est surmonté par 1 style filiforme pouvant atteindre 45 cm de long et dont l'ensemble constitue la barbe. ***L'inflorescence mâle apparaît 5 à 7 jours avant l'inflorescence femelle (protandrie).*** De ce fait, le maïs est une plante typiquement allogame. Cependant, on peut avoir jusqu'à 5% d'autofécondation. Le pollen est sec et la pollinisation est assurée par le vent (anémophile). Le système racinaire est fasciculé. Certaines racines se développent horizontalement jusqu'à 0,5 à 1 m puis, croissent verticalement dans le sol. D'autres ont une croissance presque verticale jusqu'à une profondeur de 2,5 m. Comme dans la plupart des monocotylédones, la majeure partie des racines sont concentrées dans les 50 premiers cm du sol.

#### **II.1.4. Types variétaux, écotypes et hybrides**

En zone tropicale, le maïs est cultivé dans des conditions écologiques ou socio-économiques très diversifiées. Son utilisation alimentaire traditionnelle exige que le produit corresponde aux préparations culinaires et aux goûts des différents consommateurs. Pour répondre à cette diversité de situation, il est nécessaire de disposer d'une gamme de variétés. Celles-ci doivent être adaptées aux différents niveaux d'intensification pratiqués : culture extensive destinée à l'autoconsommation, culture intensive commerciale, culture semi-intensive. Elles doivent être capables de produire dans des milieux très variables. Elles doivent, enfin, être appréciées des utilisateurs : le type et la couleur du grain, les qualités de mouture et de conservation sont des critères essentiels.

Le maïs a été soumis à une sélection massale dès le début de sa domestication. Les agriculteurs choisissaient à chaque saison les plus beaux épis pour ensemercer leur champ à la saison suivante. Cette pratique est encore aujourd'hui courante en zone tropicale. Les écotypes en sont issus. Ils sont largement utilisés en agriculture traditionnelle extensive.

Les hybrides sont réservés à la culture intensive avec intrants, où ils peuvent le mieux exprimer leurs potentialités. Les pays développés et la Chine cultivent aujourd'hui uniquement des hybrides. Le Brésil et les pays d'Asie du Sud-Est et d'Afrique de l'Est y ont largement recours. Leur emploi reste rare en Afrique francophone.

Entre la sélection massale et la création directe d'hybrides, la sélection récurrente permet de rassembler une variabilité génétique importante et de sélectionner progressivement pour améliorer de nombreux caractères, tout en conservant une bonne part de cette variabilité. Dans les pays tropicaux, elle est actuellement largement employée sous l'impulsion du CIMMYT. Elle permet de créer des variétés améliorées à pollinisation libre, alliant des potentialités de rendement élevé, des qualités agronomiques et la résistance aux contraintes biotiques et abiotiques, particulièrement importantes en zone tropicale. Ces trois types variétaux seront encore longtemps utilisés en milieu tropical, même si on observe une progression des variétés améliorées et des hybrides au détriment des

### **II.1.5. Ecologie**

Le maïs est une culture saisonnière exigeant 3 à 4 mois des conditions chaudes et humides. Ces conditions se retrouvent du 50° Nord au 40° Sud et à l'altitude de 3.300 m. Le rendement élevé de maïs exige beaucoup d'eau.

Pour une bonne production, la pluviosité ne doit pas être inférieure à 200 mm, l'optimum étant de 450 à 600 mm. Sous les tropiques, les meilleurs rendements sont enregistrés avec 600 à 900 mm de pluies et là où la pluviosité est insuffisante, on peut recourir à l'irrigation, si non alors, il faut planter le sorgho ou le mil qui sont beaucoup plus résistants à la sécheresse. La répartition de pluies est aussi déterminante. La période la plus critique du cycle végétatif tant pour l'eau que pour la nutrition azoté s'étend d'environ 2 semaines avant et 3 semaines après la floraison mâle. C'est-à-dire dans le premier stade de la croissance de grains (formation des épis).

Le maïs est une plante de saison chaude. La température optimale se situe entre 21 et 32 °C. Les températures élevées des régions tropicales rendent la culture possible pendant toute l'année si l'eau est disponible. En RDC, il faut exclure les régions situées au-delà de 3300 m d'altitude et celles dont les saisons sèches sont froides (Bas-Congo, Kolwezi). Dans les régions tempérées, la culture du maïs n'est possible que là où il existe 3 à 4 mois consécutifs sans gelée car, le froid est fatal à tous les stades de développement du maïs.

Comme les autres plantes annuelles, le maïs est une plante héliophile typique. En culture mixte, il doit donc constituer la strate supérieure. L'association avec des cultures comme le manioc, le plantain ou des plantes pérennes est possible du fait que la croissance du maïs est plus rapide que celle de ces autres plantes. Le maïs s'adapte à une gamme variée de sols. Les meilleurs rendements sont cependant obtenus dans les sols profonds, bien drainés à bonne économie en eau. Les sols très sablonneux ou très lourds ne lui conviennent pas. Dans son aire de culture, le maïs s'accommode aussi à des pH très variés.

Le maïs est une plante très exigeante en ce qui concerne la fertilité du sol. Une bonne production exige un sol riche en matières organiques et en sels minéraux. D'où le paillage est très favorable à la culture du maïs. C'est ainsi que les sols alluvionnaires et les sols forestiers lui conviennent particulièrement. Le cycle végétatif est de trois à cinq mois suivant les variétés. La germination se fait en 3 - 6 jours.

Chez les variétés précoces, la floraison mâle commence à 35 jours environs après le semis. Les fleurs femelles apparaissent vers le 42<sup>ème</sup> jour et la maturation de grains a lieu vers le 90<sup>ème</sup> jour. Plus de 90% de la production mondiale proviennent d'Asie, principalement de la Chine, de l'Inde, de l'Indonésie, du Pakistan, du Japon, de la Thaïlande et de la Birmanie.

### **II.1.6. Culture**

Dans les cultures traditionnelles, le non labour est la règle générale. Par contre, dans les grandes exploitations modernes, le labour est plus généralement pratiqué. Dans le sol mal drainé ou en pente, on peut planter sur buttes ou billons. Le choix des épis à semer doit se faire au champ. Ces épis sont récoltés sur les plants bien formés et à maturité complète et ensuite sont bien séchés. Comme semences, on ne retiendra que les épis grands, réguliers, garnis de grains jusqu'au sommet et portant un grand nombre de rangées (14 à 16 rangées).

L'égrainage des épis se fait à la main pour éviter de blesser les grains. On éliminera bien sûr les grains charançonnés. Comme pour la plupart des cultures sous les tropiques, le semis du maïs se fait au début de la saison des pluies. Il est important que la floraison et la fructification coïncident avec le pic de précipitations de la saison culturale.

En culture pure, les densités optimales de semis varient de 50000 à 75000 plants/ha en culture intensive avec fumure et irrigation. Généralement, la densité de 50000 plants par ha est recommandée à l'écartement de 80 cm x 50 cm en raison de 2 plants par poquet.

Cependant, sur sol lourd ou sous forêt, avec fertilisation, on recommande l'écartement de 80 cm x 25 cm à raison d'un plant par poquet. Cela demande généralement 15 à 20 Kg de semences par ha. On sème le maïs généralement à 5 – 8 cm de profondeur. En sol léger et sous climat sec, on peut aller jusqu'à 12 cm de profondeur. Comme toutes les céréales, le maïs donne mieux en tête de rotation ou après une légumineuse.

Les soins d'entretien comprennent :

1. Le regarnissage de vides une semaine et demi après le semis ;
2. Le démariage, 3 à 4 semaines après semis ;
3. Le buttage, lorsque les plants ont 40 à 45 cm de haut. Cette opération stimule le développement des racines adventives, ce qui améliore la stabilité et la nutrition de plantes. Le buttage peut aussi se pratiquer après la sortie de racines adventives ;
4. Le sarclage dont le nombre est fonction de la croissance de mauvaises herbes. En culture moderne, le contrôle des adventices est surtout assuré par les herbicides ;
5. L'élimination des épis mal formés ou sous-développés afin de favoriser le développement des meilleurs.

Le maïs répond bien à la fumure azotée, tandis que sous les tropiques, la réponse au phosphore et à la potasse est moins marquée. On applique généralement 88 kg à 110 kg d'azote par ha parfois jusqu'à 150 kg si les conditions l'exigent. En culture manuelle peu intensive, l'apport minimum est de vingt cinq à trente unités d'azote par hectare, quand le maïs a commencé sa montaison (environ quarante jours après le semis). Un apport d'engrais complet au semis (par exemple 30-30-30) est utile, mais rarement pratiqué.

Le paillage donne aussi de bons résultats. Actuellement, c'est ce qui est plus recommandé que l'apport de la fumure universelle. Le moment de la récolte dépend de la nature du produit recherché. Pour la consommation directe, le maïs est récolté avant maturité quand les grains sont encore relativement aqueux et plus sucrés. Pour la préparation de la farine comme pour les semences, on récolte toujours à maturité complète, c'est-à-dire lorsque les feuilles jaunissent et que les spathes (bractées) se dessèchent. Cependant, une récolte tardive augmente les attaques par les chenilles des épis. En agriculture traditionnelle, la récolte se fait à la main épis par épis. En culture mécanisée, des moissonneuses-batteuses récoltent les épis, enlèvent les spathes, égrainent et nettoient les grains mécaniquement.

En RDC, le rendement moyen est de 0,7 à 1 tonne par ha. En culture semi-intensive, on atteint 1,5 à 5 tonnes par ha. Au Nord-Katanga, autour de Kaniama-Kasese, le sol étant fertile, on obtenait avec la variété Shaba I, les rendements de 5 à 8 tonnes par ha.

Aux USA, en culture intensive avec des variétés améliorées, de densités de plantations élevées, la fertilisation, l'irrigation et la protection de la culture, on atteint des rendements de 12 tonnes/ha.

100 kg d'épis avec spathes, fournissent 75 à 80 kg d'épis sans bractées qui donnent environs 40 à 50 kg de grains secs.

### **II.1.7. Variétés diffusées en RDC**

#### **1. Shaba I :**

- couleur du grain blanche
- hauteur de la tige :2 m
- aime une haute altitude

- cycle végétatif : 150 à 180 jours
  - rendement : 8 tonnes par ha
  - sensible à la verse.
2. **PNM 1 :**
- couleur du grain blanche
  - hauteur de la tige : 1,70 m
  - aime une haute et moyenne altitude
  - cycle végétatif : 150 - 180 jours
  - rendement : 8 à 9 tonnes par ha.
3. **Kasaï 1 :**
- grain de couleur blanche
  - hauteur de la tige : 1,75 m
  - aime une basse ou moyenne altitude
  - cycle végétatif : 90 à 110 jours
  - rendement : 7 à 8 tonnes par ha
  - résiste à la virose et à certains champignons.
4. **Salongo 2 :**
- couleur du grain rose
  - hauteur moyenne
  - aime une basse et moyenne altitude
  - cycle végétatif : 90 à 120 jours
  - rendement : 7 à 8 tonnes par ha
  - résiste au virus.
5. **Bandundu 1 (Kwilu 1) :**
- couleur du grain rouge-jaune
  - aime une altitude moyenne
  - cycle végétatif plus ou moins : 120 jours
  - rendement : 6 à 8 tonnes par ha.
6. **Pop Ndjili :**
- le grain est blanc-farineux
  - hauteur de la tige supérieure à 2,10 m
  - aime l'altitude moyenne
  - cycle végétatif plus ou moins 120 jours
  - rendement inférieur à 4 tonnes par ha.

## **II.2. LE RIZ**

### **II.2.1. Introduction**

Le riz représente la base de l'alimentation de la plupart de la population mondiale. Sa production est inférieure à celle du blé, première céréale dans le monde. Plus de 90% de la production mondiale provient des pays Asiatiques.

La production congolaise du riz ne suffit pas pour couvrir les besoins du pays. Ainsi donc, celui-ci doit importer des gros tonnages des pays étrangers. On peut aussi noter que le riz constitue un des produits alimentaires autour desquels la spéculation est forte en RDC. Cette situation est anormale quand on sait que la RDC et le Nigéria, compte tenu de leurs ressources en eau en vue de l'irrigation, devraient être les grainiers du riz pour l'Afrique.

En RDC, le riz sert à la consommation directe. Il se prête aussi à plusieurs usages notamment, la fabrication de semoules, la préparation de la bière ou de l'amidon. Le son de riz est fréquemment utilisé dans l'alimentation de la volaille.

### II.2.2. Origine

Les riz cultivés appartiennent à deux espèces : *Oryza sativa*, asiatique et l'autre africain, *Oryza glaberrima*. Cette dernière est probablement originaire du Delta central nigérien et est principalement cultivée en Afrique de l'Ouest. Mais, par la suite de l'introduction du riz asiatique, *Oryza glaberrima* y perd de plus en plus de son influence.

*Oryza sativa* est originaire du Sud-ouest Asiatique, principalement de l'Inde. Le riz a été introduit en RDC vers 1840 par les arabes. Cette culture n'y a pris de l'extension qu'à partir de 1920.

### II.2.3. Morphologie

Le riz est une graminée annuelle dont la hauteur est de 60 à 180 cm. Chez les variétés flottantes, les plants de riz atteignent jusqu'à 5 à 6 m de haut. Comme toutes les graminées, le riz talle. Des bourgeons axillaires de nœuds inférieurs se développent en tiges secondaires ou même tertiaires. Sur un pied de riz, on peut compter jusqu'à 10 à 15 talles.

Les tiges du riz, rondes et creuses, portent des feuilles alternes composées d'une gaine foliaire, le limbe est à l'insertion de 2 ligules et des auricules. L'inflorescence est une panicule. Elle est longue de 20-35 cm et compte 100 à 150 épillets généralement isolés mais parfois groupés.

La fleur comprend :

1. 2 bractées extérieures ou glumes rudimentaires.
2. 2 bractées intérieures (glumelles), l'une inférieure (lemma) et l'autre supérieure (palea) qui sont extrêmement emboîtées l'une dans l'autre.
3. Le périanthe composé de 2 glumelles ou lodicules.
4. Androcée : contrairement aux autres graminées, elle porte 2 verticilles de 3 étamines chacune.
5. Le pistil : se compose d'un ovaire uniloculaire surmonté de 2 stigmates plumeux dont les styles sont plus courts que les filets.

L'autopollinisation est donc la règle chez le riz. On rencontre cependant un faible pourcentage de pollinisation croisée. Le grain est comme chez toutes les graminées un caryopse. Il est entouré de ses glumes et glumelles formant la balle. Le grain revêtu de ses enveloppes *s'appelle Paddy*. Après enlèvement des balles, on obtient le riz décortiqué ou **riz brun** dont la coloration est due à la présence du péricarpe ou pellicule argentée. L'enlèvement de celle-ci donne le **riz blanc**.

Le système racinaire est superficiel, la plus forte proportion des racines se trouvant dans les 40 premiers cm du sol. Certaines racines dépassent parfois 50 cm de profondeur. La densité du système racinaire, son volume, sa distribution et sa profondeur sont des caractéristiques importantes en relation avec la résistance à la sécheresse. En culture irriguée, les algues bleu-vert du genre *Anabaena*, en association avec la fougère aquatique, *Azolla*, fixent l'azote atmosphérique et jouent un rôle important dans la nutrition azotée du riz.

Le riz constitue un cas unique parmi les plantes cultivées en ce qu'il est une plante aquatique. En effet, il est capable de pousser dans l'eau stagnante. L'adaptation du riz au milieu aquatique tient à 2 facteurs :

1. Tous les organes de la plante ont une structure aëronchymateuse, c'est-à-dire portent des lacunes aërifères;
2. Les sources normales d'oxygène pour les plantes sont : l'oxygène libéré par l'atmosphère, la photosynthèse et l'oxygène absorbé par les racines.

*La particularité du riz est que les feuilles sont capables d'absorber l'oxygène atmosphérique qui est ensuite transporté vers les racines à travers les réseaux des lacunes aérifères. Cela étant, la plante peut survivre dans un sol pauvre en oxygène.*

#### **II.2.4. Classification**

Les variétés du riz sont très nombreuses. Il existe plusieurs systèmes de classification basés sur des critères différents. Nous retiendrons ici, 3 systèmes : Botanique, Agronomique et Commercial.

##### **a. Classification botanique**

On distingue 3 sous-espèces ou types :

1. Sous-espèce *Indica* : Largement cultivée sous les tropiques, elle résiste mal aux températures froides. Elle donne des plantes de grande taille sensibles à la verse et avec un tallage intense, le feuillage abondant et vert-clair, une bonne résistance à la sécheresse, aux maladies et aux insectes, et une bonne réponse aux engrais phosphatés par rapport aux engrais azotés. Cette sous espèce donne des grains moyens à longs, à teneur en amylose moyenne à forte et une productivité moyenne.
2. Sous-espèce *Japonica* : Cultivée dans les régions tempérées (exemple : Japon, Portugal, Espagne, Italie, Russie, France) ; est une plante courte, résistante à la verse avec un tallage moyen, feuillage moins abondant et vert-foncé. Elle a une résistance moyenne aux conditions adverses. Elle donne une bonne réponse à la fertilisation azotée, les grains courts et larges à faible teneur en amylose et, elle a une productivité élevée.
3. Sous-espèce *Javanica* : Cultivée seulement à Java, aux Philippines ou dans les régions montagneuses de Madagascar. Elle donne des plants de grandes tailles à faible tallage, feuilles longues, larges et pubescentes, faible résistance aux conditions adverses ne répondant qu'à des faibles doses d'engrais azotés. Elle donne de grains courts et larges et elle a une faible productivité.

##### **b. Classification agronomique**

En fonction du système de culture, on distingue :

1. Des variétés des cultures irriguées
2. Des variétés des cultures submergées
3. Des variétés des cultures sèches (cultures pluviales ou riz de montagnes)
4. Des variétés de riz flottant.

Ces 4 catégories ne sont pas des variétés botaniques car il n'existe pas de différences morphologiques. De plus, certaines variétés s'adaptent tant à la culture sèche qu'à la culture irriguée.

##### **c. Classification commerciale**

En fonction des caractéristiques du grain, on distingue :

- ✓ La taille, en l'occurrence la longueur du grain
  - très long : supérieur à 7 mm
  - long : 6 à 7 mm
  - demi-long : 5 à 6 mm
  - court : inférieur à 5 mm.
- ✓ Le format du grain : il est défini par le rapport longueur/largeur :
  - mince : supérieur à 3
  - moyen : 2,5 à 5
  - épais : 2 à 2,5
  - rond : inférieur à 2.
- ✓ Composition de l'endosperme
  - Le riz amylicé : caractérisé par la présence d'amidon. Ce riz est transparent, translucide, dur et vitreux. Il résiste à la cuisson et c'est le riz de consommation courante;

- Le riz dextrineux : caractérisé par la présence de la dextrine : ce riz donne des grains blancs, opaques et s'agglutine à la cuisson. C'est un riz peu cultivé.

### **II.2.5. Ecologie**

Comme les autres plantes saisonnières, le riz est une culture très plastique puisqu'on le cultive du 45° Nord au 40° Sud jusqu'à 3000 m d'altitude. Le riz se retrouve ainsi sur tous les climats. C'est une culture de saisons chaudes et humides. Le riz est qualifié de plante aquatique à cause de ses besoins en eau non seulement élevés, mais aussi constants.

On estime qu'il faut au moins 1000 à 1500 mm d'eau en culture irriguée et au moins 600 à 700 mm en culture sèche. Bien que les variétés de montagne soient assez résistantes à la sécheresse, il leur faut cependant au moins une pluie chaque semaine ou tout au plus tous les 10 jours. Lorsque l'eau se fait rare, la réduction du rendement est importante. Les températures élevées des régions tropicales sont favorables à la culture du riz. En climat tempéré, il faut 3 à 4 mois consécutifs sans risque de gelée.

A la germination, une température de 21°C constitue l'optimum, tandis que pour la floraison, il faut au moins 24 – 25 °C. Comme toutes les plantes saisonnières, le riz exige beaucoup de lumière. On constate une corrélation positive entre la quantité de lumière pendant les 45 derniers jours de la culture (à partir de l'initiation de la panicule) et le rendement en grains. Des expériences réalisées par l'IRRI (Philippines) ont montré que le rendement obtenu en saison sèche est de 2 T/ha, supérieur à celui de la saison de pluies, grâce à plus d'heures de soleil, mais aussi à des moindres attaques par des maladies et des insectes. De son aire de culture, le riz se retrouve sur des sols très divers. Compte tenu de ses besoins en eau, on donnera la préférence là où le choix est possible, à des sols argileux à forte capacité de rétention en eau. Dans tous les cas, pour le riz irrigué, seul ce type de sol convient.

Pour la culture sèche, on utilise même de sols meubles et dans ces conditions, une bonne production exige des pluies régulières. Les exportations d'un kg de Paddy se présentent comme suit : N: 10-15 g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 4-8 g, K<sub>2</sub>O: 2- 4g, CaO: 0, 2 - 0,6 g, MgO: 1-3 g. On retrouve ainsi donc, la prépondérance de l'azote comme c'est le cas pour beaucoup de céréales.

La durée du cycle vital est de 110 - 210 jours en fonction des variétés et de mode de culture. Elle comprend 3 phases :

- Végétative : de la germination à l'initiation de la panicule.
- Générative : de l'initiation de la panicule à la floraison complète.
- Maturation : de la floraison à la maturation complète.

Pour l'ensemble des variétés, les différences dans la durée du cycle de développement proviennent de la phase végétative dont la durée est variable. La phase générative dure environs 35 jours indépendamment de la variété. Tandis que la maturation dure 25 à 35 jours pour toutes les variétés.

### **II.2.6. Culture**

Dans la classification, on a vu qu'il existe 4 principaux systèmes de riziculture à savoir : sèche, submergée, irriguée et flottante.

En ce qui concerne les semences, chez les nombreuses variétés, principalement celles du type Indica, la maturité physiologique est atteinte bien après la maturité morphologique. Cela étant, les graines fraîches de moins de 6 à 8 semaines après la récolte germent mal. Le meilleur taux de germination est obtenu après 4 mois de récolte. Après 6 à 7 mois, la germination peut devenir moins bonne si les grains n'ont pas été bien conservés.

## **La mise en place**

Il existe deux variantes : le semis direct et la transplantation après pépinière. Le semis en place est plus rapide, demande moins de travail, mais exige plus de semences, expose celles-ci à de nombreux prédateurs (ex. oiseaux) et donne des plants plus sensibles à la verse. Il est employé dans les quatre systèmes de culture, et se fait soit à la volée, soit en poquet. Les écartements varient entre 20 et 40 cm en tous sens. On place 6 à 8 grains par poquet, ce qui demande 30 à 60 kg de grains par hectare. On sème à environ 3 cm de profondeur. La transplantation est utilisée en culture humide. La pépinière peut être sèche ou irriguée, le semis y est effectué à la volée ou en poquets. Pour 1 ha de plantation, il faut 300 à 500 m<sup>2</sup> de pépinière et la transplantation a lieu 20 à 30 jours après le semis.

## **La culture sèche**

C'est la culture pluviale ou la culture du riz de montagne. Ce système de culture est principalement pratiqué en RDC. Dans ce système, le riz est cultivé comme toute autre culture sans apport d'eau. De même, la préparation du terrain se limite aux travaux d'ouverture de la forêt (défrichage, abattage et brûlis). On cultive aussi indépendamment du relief du terrain. Comme les autres céréales, le riz vient en tête de rotation. En général, il est cultivé en association avec d'autres cultures vivrières comme le plantain et le manioc, pour lesquels la paille peut servir de mulch après la récolte du riz.

Le semis se fait en place. Jusqu'à la levée complète, il faut protéger le champ contre les dégâts des oiseaux pendant une dizaine de jours. Une nouvelle surveillance est indispensable à partir de la floraison, au risque de voir toute la production anéantie. Ceci constitue un véritable fardeau en riziculture. Un semis précoce est indispensable compte tenu des besoins élevés du riz en eau.

L'entretien consiste au regarnissage de vides, un ou deux sarclages, jusqu'à ce que le sol soit totalement couvert, ce qui prend généralement 2 mois.

Le moment de la récolte affecte grandement la qualité du produit en particulier le pourcentage de brisures à l'usinage. Le pourcentage de brisures est élevé lorsque le moment de la récolte s'écarte de la maturité optimale. Le moment optimum de la récolte est déterminé par 3 critères :

- l'aspect de la panicule,
- l'âge des plants,
- le taux d'humidité du grain.

Pour un produit de meilleure qualité, il faut récolter lorsque les  $\frac{3}{4}$  au moins de la panicule sont jaunes. L'âge des plants à la récolte est variable selon les variétés et les conditions culturales. On récolte le Paddy lorsque le taux d'humidité du grain est compris entre 19 et 22%. La récolte se fait à la faucille ou au couteau. On coupe la panicule avec 25 à 30 cm de tiges pour aider à lier les bottes. Celles-ci sont mises à sécher au soleil sur une aire cimentée.

Après le séchage vient le battage dont le but est de séparer le Paddy du rachis ou du pédoncule. Le battage est suivi du vannage qui débarrasse le paddy des pailles et d'autres impuretés.

En RDC, le rendement moyen est de 750 à 800 Kg à l'hectare. Le niveau bas du rendement est dû au système de culture pratiqué, à l'association de cultures ou même à la faible occupation du terrain.

## **La culture irriguée**

Dans ce système, le riz est maintenu sous eau, depuis la plantation jusque peu de temps avant la récolte.

Par rapport au riz de montagne, le riz irrigué exige des conditions particulières en ce qui concerne l'approvisionnement en eau, la nature du sol et le relief. En général, les variétés de riz irriguées sont peu ou pas résistantes à la sécheresse. Ainsi, il faut alors s'assurer d'un approvisionnement suffisant et

régulier en eau. Si la culture sèche demande 600 à 700 mm d'eau, la culture irriguée exige 1000 à 1500 mm d'eau. L'eau utilisée est soit de l'eau de rivière, soit de l'eau de pluie retenue par des diguettes. La culture irriguée suppose un sol argileux, retentif d'eau, ou une nappe phréatique superficielle. Afin de maintenir un niveau d'eau uniforme, la culture irriguée demande un relief assez uniforme (terrain plat) capable d'être nivelé.

La préparation du sol de la rizière comporte les opérations suivantes :

- la réfection des diguettes de retenue d'eau
- le labour et hersage et
- le nivellement.

Les diguettes sont construites en argile et doivent être suffisamment larges pour la circulation de la main d'œuvre et des machines si possible et doivent avoir au moins 30 cm de haut. On veillera à bien tasser le sol pour éviter des pertes. Toute végétation herbeuse sur les diguettes est favorable à leur maintien. La superficie des parcelles est variable avec le relief : sur terrain plat, les parcelles peuvent avoir 40 ares ou plus ; sur terrain en pente, les limites des parcelles se font suivant les courbes de niveau (culture en terrasse).

Traditionnellement, la rizière est labourée 2 fois avec un hersage après chaque labour. Ces labours et hersages peuvent se faire à sec. Les engrais de fond sont appliqués avant le dernier hersage. Le nivellement a pour but de former des parcelles horizontales afin d'avoir une profondeur uniforme d'eau sur la rizière.

La plantation par transplantation comporte les opérations suivantes :

- l'arrachage de plantules, leur nettoyage (en enlevant la terre adhérente),
- la formation de bottes de 2 à 6 plantules,
- l'habillage ou toilettage (enlever le surplus de la matière végétale),
- l'écimage des plantules (pour éviter la transpiration).

La transplantation constitue une opération très laborieuse du fait qu'elle s'effectue en sol boueux. La reprise a lieu 10 à 15 jours après transplantation. On procède quelque temps après au remplacement des vides. En général, le maintien du sol sous eau limite la croissance des mauvaises herbes. Le labour en réduit aussi l'importance.

En dehors de ces conditions, la lutte contre les adventices est très importante en riziculture. Cette lutte peut se faire par le traditionnel sarclage ou par l'emploi des herbicides. Les herbicides les plus utilisés en riziculture sont le 2,4-D. (Acide 2,4-dichlorophénoxyacétique). Durant la culture, on doit assurer un contrôle efficace du niveau de l'eau qui doit être maintenu entre 2 - 2,5 et 10 - 15 cm. Il faut en effet, non seulement apporter l'eau, mais aussi pouvoir l'évacuer à certains moments.

Bien que le rendement soit maximal en sol saturé, des mises en sec de courtes durées sont favorables au développement du riz et à la destruction des larves des moustiques. L'irrigation est diminuée progressivement lorsque les grains commencent à se remplir et elle est complètement arrêtée lorsque les grains commencent à jaunir de telle sorte que la récolte se fasse à sec. La culture irriguée est le système qui donne le plus grand rendement avec 4 à 8 tonnes de paddy par ha.

Cette méthode est peu pratiquée en RDC. Mais, la nécessité d'accroître notre production du riz milite en faveur de l'extension de cette technique compte tenu du fait que les espaces appropriés peuvent être trouvés et l'eau est disponible en abondance.

### **La culture submergée**

Cette méthode est une variante de la culture irriguée dans laquelle l'irrigation est réalisée grâce à l'eau de pluie retenue par des diguettes. La culture se fait sur des terrains périodiquement inondés. Le semis a lieu dès les premières pluies et, la récolte lorsque l'eau se retire.

### **La culture de riz flottant**

Comme le riz submergé, le riz flottant est cultivé sur des terrains périodiquement inondés. Mais ici, l'eau atteint des profondeurs de 1 à 5 m. ce système est propre à certains pays en Asie comme : le Pakistan, le Vietnam et la Birmanie. Les variétés de riz flottant se caractérisent notamment par :

- l'habileté de leurs entre-nœuds de s'allonger rapidement jusqu'à 10 cm par jour au fur et à mesure que l'eau monte,
- leur capacité de produire de racines adventives et des talles aux nœuds supérieurs.

Lorsqu'un courant fort déracine des plants, ceux-ci flottent, mais grâce à leurs racines adventives, ils continuent à absorber l'eau. Avec le temps et le développement des racines adventives, les plants se fixent de nouveau au sol et peuvent même produire des nouvelles talles.

Les variétés de riz flottant ont une durée de végétation très longue, 7 mois au moins. Comme pour la culture submergée, la préparation du terrain a lieu avant les pluies ou juste après les premières pluies. Le semis est fait à la volée et les plants doivent avoir 30 à 40 cm de haut avant le début de la crue. Ce système ne demande pas d'entretien. La récolte a lieu lorsque les eaux se sont retirées ou sur des pirogues ou en se servant de bottes. Le rendement dépasse rarement deux tonnes par hectare. Il faut cependant noter qu'il s'agit là de terrain utilisable uniquement par le riz flottant.

Les prélèvements totaux pour produire une tonne de paddy sont de 16 à 24 kg de N, 3 à 7 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 30 à 55 kg de K<sub>2</sub>O, 100 à 200 kg de silice (Si) et 2 à 5 kg de Ca, Mg et S. L'efficacité d'absorption de l'azote minéral varie de 20 à 60 % en fonction des conditions (type de sol, maîtrise de l'eau, pH et température de l'eau), des doses et modalités d'apport (fractionnement ou non) et des variétés. Les besoins sont particulièrement importants au tallage et à l'initiation paniculaire. Le phosphore est absorbé à un rythme régulier jusqu'à la floraison. Le potassium est absorbé en grande partie après la montaison, et plus de 80 % du potassium absorbé est stocké dans les pailles.

### **Calcul du rendement en grain**

Il est réalisé avec la formule suivante : Rendement (t/ha) = (nombre de plantes par m<sup>2</sup>) x (nombre de panicules par plante) x (nombre de grains par panicule) x (% de grains pleins) x (poids de 1 000 grains en grammes) x 10<sup>-5</sup>.

### **II.2.7. Perspectives**

La consommation annuelle moyenne de riz par habitant dans le monde varie de moins de 5 kg à près de 200 kg de riz blanchi ; la moyenne est de 65 à 70 kg. De 2000 à 2025, la demande de riz devrait augmenter à un rythme annuel de 1,7 % dans le monde et 2,1 % en Asie. En Asie, l'augmentation de la production ne peut plus guère venir de l'augmentation des surfaces et on assiste à une stagnation des rendements (moyenne de 4,5 à 5 t/ha) dans l'écosystème irrigué qui fournit près de 80 % de la production. Cependant d'importantes marges de progrès subsistent dans l'écosystème aquatique sans maîtrise de l'eau où le rendement moyen est inférieur à 2 t/ha. En Afrique et en Amérique latine, l'augmentation de la production peut s'appuyer à la fois sur l'augmentation des superficies et l'amélioration des rendements.

A l'avenir, des contraintes plus globales pourraient peser sur la riziculture : le développement des villes empiétant sur les rizières, la disponibilité en eau, l'image négative dans l'opinion liée à la production de méthane, ainsi que l'augmentation du taux de CO<sub>2</sub> et l'effet de serre. Cependant, le riz est aussi la seule plante de grande culture dont le génome est déjà entièrement séquencé. Cette avance devrait faciliter la levée

## II.3. LE FROMENT

### II.3.1. Introduction

Le froment, comme la pomme de terre, est une culture typique des régions tempérées. Cependant, comme la pomme de terre aussi, il réussit dans les régions d'altitude sous les tropiques. Le blé est d'une importance alimentaire considérable dans notre pays qui, pourtant, en importe la totalité de ses besoins alors qu'on peut en produire sur place.

Le blé constitue la première céréale dans le monde. Les principaux pays producteurs : sont la Russie, les USA, la Chine, l'Inde, la France, la Turquie, l'Italie, l'Allemagne, l'Australie et l'Argentine.

La production congolaise de blé est négligeable. Dans l'Est du pays cependant, on pourrait en produire à grande échelle et réduire la dépendance vis-à-vis de l'extérieur. On importe tantôt le grain, tantôt la farine. Celle-ci est indistinctement utilisée en boulangerie et en pâtisserie. Ailleurs, le grain peut entrer dans l'alimentation du bétail ou servir à la fabrication d'alcool industriel.

### II.3.2. Origine

La culture du froment est très ancienne; elle était déjà connue à l'époque préhistorique. Le blé commun (*Triticum aestivum*) aurait pour centre d'origine le Pakistan, tandis que le blé dur (*Triticum durum*) serait originaire d'Egypte et des côtes méditerranéennes. Le froment a été introduit en RDC vers les années 1910, mais n'y a pas encore connu l'extension souhaitée.

### II.3.3. Morphologie

Le froment est une graminée de 30 à 110 cm de haut. La tige est pleine aux nœuds, et creuse aux entre-nœuds. Comme la majorité des graminées, la plante forme des touffes grâce au tallage. Il a généralement 2 à 5 talles par plant. Les talles croissent très rapidement et fleurissent au même moment que la tige principale. ***Ainsi, chez le froment, la maturation des grains sur un plant est assez uniforme, contrairement à la plupart des plantes où la maturation est échelonnée.*** Les plantules de froment diffèrent des autres céréales en ce que le premier entre-nœud s'allonge très peu; il en résulte que les racines secondaires se forment au niveau où la graine est semée. Dans les autres céréales, le premier entre-nœud s'allonge fortement, et les racines secondaires apparaissent au-dessus de la graine. La tige porte des feuilles alternes, longues et étroites.

L'inflorescence est un épi composé, dont le rachis est aplati. Chaque nœud de l'axe porte un épillet, composé de 3 à 5 fleurs, dont une au moins est stérile. La fleur comporte 2 bractées florales, les glumes dont l'extérieure (lemna) porte ou non une barbe chez le froment, les glumelles qui enferment directement la fleur sont larges, ainsi le battage permet de les séparer du grain. Comme chez toutes les graminées, le fruit est un caryopse. L'endosperme est amylofère; il contient en outre une protéine particulière, le gluten, servant de ciment entre les grains d'amidon, et qu'on ne rencontre que chez le blé et le seigle (*Secale cereale*), ainsi que chez Triticale, hybride entre le blé et le seigle. ***C'est le gluten qui permet à la farine de blé de monter, grâce à sa propriété de capter le CO<sub>2</sub> libéré par la fermentation de la levure.***

La valeur boulangère du blé est déterminée par la dose et la qualité du gluten. La teneur en protéines est fonction des conditions du milieu (sol, précipitations), tandis que leur qualité dépend de facteurs génétiques. Mille graines pèsent 30 à 60 g. Le système racinaire est fasciculé, fibreux et superficiel. Certaines racines vont cependant jusqu'à 1 m de profondeur.

### II.3.4. Classification

Le genre *Triticum* contient de nombreuses espèces, dont l'évolution est marquée par l'accroissement du nombre chromosomique; d'espèces diploïdes ( $2n = 14$ ), on est arrivé à des hexaploïdes ( $6n = 72$ ).

Actuellement, on ne cultive que 2 espèces : *Triticum aestivum*, le froment commun, hexaploïde, et *Triticum durum*, le froment dur, tétraploïde. Celui-ci forme un grain long, dur et vitreux, dont la part dans la production mondiale ne dépasse probablement pas 5%. Sa farine est utilisée dans la préparation de pâtes alimentaires, telle que la semoule.

Sur le marché, on classe le blé selon:

1. La richesse en protéine : on distingue les blés tendres et les blés durs qui sont plus riches en protéines. Ils sont préférés pour la préparation du pain tandis que les blés tendres, pauvres en protéines sont utilisés pour la fabrication de gâteaux, beignets;
2. La couleur du grain : qui peut être rouge ou blanche;
3. La saison de culture: on distingue les blés de printemps et ceux d'hiver.

### II.3.5. Ecologie

Le froment est une plante dont la distribution est très large; on le retrouve de 60° N à 50° S. Sous les tropiques, cependant, sa culture ne réussit qu'en altitude. On constate en général que le froment produit peu en saison chaude et humide, principalement à cause des maladies, dont la plus importante est *la rouille*. La température doit donc être relativement basse, surtout à la germination.

Les besoins du froment en eau ne sont pas très élevés. On considère généralement que 250 à 635 mm de pluies bien réparties suffisent durant la saison culturale. Pour le froment, une sécheresse relative est préférable à un excès de pluies; ceci est particulièrement important en fin de culture. Comme le sorgho, le froment est résistant à la sécheresse. Comme lui aussi, il tolère l'inondation temporaire.

Le froment s'adapte à des sols très divers, mais donne les meilleurs rendements sur les sols riches en éléments minéraux et en humus, perméables et à bonne capacité de rétention en eau. Il tolère les sols modérément acides et les sols légèrement alcalins. Les variétés cultivées sous les tropiques ont une durée de végétation de 95 à 150 jours.

### II.3.6. Culture

Le froment, comme les autres céréales, demande un sol propre. Le semis se fait à la volée ou en poquets. Les meilleurs rendements sont obtenus avec un semis précoce, lorsque les températures sont encore assez basses. Un semis tardif provoque une réduction de rendement. La date de semis est aussi choisie en fonction de la variété cultivée, notamment de la durée de son cycle vital, car il faut qu'il fasse sec en fin de culture. Il faut choisir les variétés en fonction des conditions climatiques. La densité de semis est fonction entre autres des disponibilités en eau, de la richesse du sol, de l'aptitude de la variété au tallage et de la date de semis. Par exemple, dans les régions arides, avec 250 à 305 mm de pluies par saison culturale, on utilise 22,4 kg de semences à l'hectare. Lorsque l'approvisionnement en eau est abondant, on peut arriver jusqu'à 112 kg de semences par hectare. Les écartements habituels sont de 20 à 25 cm en tous sens. La profondeur de semis varie entre 2,5 à 7,5 cm, suivant le type de sol, les dimensions des graines et l'humidité du sol.

On conseille un apport de 300 à 500 kg d'engrais NPK (complété éventuellement par du bore) au moment du semis suivi par un apport de 50 à 100 kg d'urée, effectué vingt cinq à trente cinq jours après le semis, au moment du sarclage.

L'entretien comporte, comme chez le riz, la surveillance au moment de la germination contre les dégâts des oiseaux, sans oublier le regarnissage des vides et les sarclages.

La récolte a lieu lorsque les chaumes ont complètement perdu leur couleur verte et que l'humidité du grain est descendue à environ 18%. On récolte épi par épi, là où l'on ne dispose pas de moissonneuse-batteuse. En RDC, les rendements varient entre 500 et 1000 kg/ha. En culture intensive, ils atteignent 6 - 7 t/ha. Le rendement en grains est extrêmement variable : environ 700 kg/ha au Rwanda et au Burundi, 1300 à 1400 kg/ha en Ethiopie et au Kenya, de l'ordre de 2 à 3 t/ha en Inde, au Tchad ou à Madagascar, de 3 à 4 t/ha en Chine et entre 6 et 7 t en Zambie, au Zimbabwe ou en Egypte.

## **II.4. LE SORGHO**

### **II.4.1. Introduction**

Le sorgho constitue la 4<sup>ème</sup> céréale dans le monde après le blé, le riz et le maïs. Il représente en effet un des aliments de base dans les régions arides d'Afrique tropicale, d'Inde et de Chine. Avant l'introduction du maïs, le sorgho était la principale céréale de l'Afrique tropicale. En RDC cependant, le sorgho constitue une céréale secondaire, sur le plan national, puisqu'il ne représente que 3,6 % de la production céréalière totale. Les principales régions de culture en RDC sont l'Uélé, l'Ituri, le Maniema, le Tanganyika et les régions de savane.

Le sorgho produit en RDC est utilisé dans la préparation de farine et de bières "locales". Dans les pays développés, le grain entre aussi dans l'alimentation du bétail. De l'amidon et de l'huile peuvent également être produits à partir des grains. Certaines variétés sont fourragères, tandis que les sorghos sucrés contenant jusque 10 % de sucrose servent à la fabrication de sirops.

### **II.4.2. Origine**

Le sorgho serait originaire d'Afrique centrale. Certains auteurs lui donnent aussi une origine éthiopienne.

### **II.4.3. Morphologie**

Le sorgho est une graminée dont l'aspect rappelle le maïs; il se caractérise par une grande diversité de formes. La tige est pleine comme chez le maïs, mais est plus grêle. Elle atteint 0,60 à 3,60 m de hauteur, et porte des feuilles alternes larges. Contrairement au maïs, le sorgho talle et chaque pied constitue une touffe. En plus, après la floraison, les bourgeons axillaires des nœuds supérieurs forment des branches qui portent aussi des panicules, mais de dimensions réduites. Le sorgho est une plante annuelle, mais est capable de donner une seconde récolte après fauchage.

L'inflorescence est une panicule compacte ou lâche, dressée ou pendante, selon les variétés. Les fleurs apparaissent à deux sur chaque ramification; l'une est hermaphrodite, l'autre est mâle et stérile. Le sorgho est normalement autogame, mais comporte un degré élevé de pollinisation croisée qui est assurée par le vent. Le fruit est un caryopse de petites dimensions. Selon les variétés, il est ovale ou rond, et les glumes, qui ne recouvrent le grain que partiellement, sont diversement colorées en jaune, brune, rouge ou noire; elles adhèrent au grain après le battage. La farine est, selon les variétés, blanche ou sombre, la première étant préférée pour l'alimentation humaine.

Les parties aériennes contiennent un glucoside cyanogénétique, la dhurrine. La teneur de ce glucoside varie avec les variétés et les conditions de culture, notamment la richesse du sol en azote l'augmente. *Les doses les plus élevées se rencontrent dans les jeunes plantules, les jeunes talles et les plants ayant subi un arrêt de croissance par suite de la sécheresse. A l'état adulte, et en conditions de croissance normale, la plante contient peu de dhurrine, sa teneur diminuant avec l'âge.*

Le système racinaire, fibreux et dense, est profond, d'où la grande résistance du sorgho à la sécheresse. Comme chez le maïs, la tige porte des racines adventives aériennes.

#### **II.4.4. Classification**

Traditionnellement, les taxonomistes distinguent plusieurs espèces dans le genre *Sorghum*. Mais, il existe aussi la tendance à regrouper tous les sorghos cultivés en une seule et même espèce, *Sorghum bicolor* ou *Sorghum vulgare*, tandis que les sorghos sauvages sont classés dans l'espèce *S. arundinaceum*, qui aurait donné naissance à l'espèce cultivée.

Les diverses variétés de sorghos sont classées en:

1. Sorghos à grains, principalement cultivés pour le grain; celui-ci est relativement large et comestible; les glumes se détachent aisément du grain; les tiges sont relativement sèches et non sucrées ;
2. Sorghos sucrés, à tige sucrée, mais moins que chez la canne à sucre; le grain est petit et non comestible;
3. Sorghos fourragers;
4. Sorghos à balais dont les panicules à longues branches servent de balais.

#### **II.4.5. Ecologie**

Le sorgho est une plante très rustique; il réussit là où les autres céréales ne donnent pas. Cependant, son aire de culture est moins large que celle du maïs, parce qu'on préfère ce dernier au sorgho.

La culture du sorgho réussit mieux en savane qu'en forêt. Le sorgho est moins exigeant en eau que le maïs. Une de ses caractéristiques dominantes est sa grande résistance à la sécheresse et aux températures élevées, ce qui en fait la céréale de choix des régions arides. Cependant, il tolère des conditions de submersion temporaire (sécheresse physiologique) mieux que les autres céréales à l'exception du riz.

C'est une plante de saison chaude et qui ne résiste pas à la gelée. Sous des températures basses, les tissus accumulent des doses d'acide prussique pouvant devenir toxiques pour le bétail. La température optimum serait de 30 °C.

Comme toutes les plantes annuelles, le sorgho est une plante de pleine lumière, ne pouvant être placée comme étage dominée en culture mixte. La culture du sorgho se pratique sur les sols les plus divers. Il s'adapte même sur les sols extrêmes, sablonneux ou argileux. A l'encontre du maïs, il peut s'accommoder à des sols médiocres, incapables de supporter d'autres cultures. Il est également cultivé sur une large gamme de pH: 5,0 - 8,5.

La durée du cycle végétatif varie de 3 à 5 mois; on rencontre aussi des variétés de 7 mois. Comme chez le maïs, le moment critique du cycle vital se situe autour de la floraison, de 2 semaines avant jusque 3 semaines après, tant pour l'eau que pour la nutrition minérale.

#### **II.4.6. Culture**

La culture du sorgho est analogue à celle du maïs. Contrairement à ce dernier, les graines fraîches de certaines variétés présentent le phénomène de dormance déjà rencontré chez le riz (type indica), l'igname et la pomme de terre. Chez le sorgho cependant, le phénomène est moins long (1 mois environ). Le semis a lieu au début de la saison des pluies, 1 ou 2 semaines après le maïs. Il se fait à la volée ou en poquets de 4 à 5 graines que le démariage réduira à 2 - 3. Les écartements sont de 0,60 - 0,90 m x 0,60 - 0,40 m et le sorgho a une grande capacité à taller. La quantité de semences nécessaires varie de 10 à 25 kg/ha. On enterre les grains à 2,5 - 5 cm.

Le sorgho est souvent associé à d'autres plantes vivrières comme l'arachide, le haricot, le manioc, la patate douce. On le place normalement en fin de rotation, compte tenu de sa capacité à utiliser des sols pauvres.

L'entretien exige le regarnissage des vides, le démariage, 1 ou 2 sarclages suivant l'importance des mauvaises herbes, le buttage des jeunes plants afin de stimuler la formation des racines adventives aériennes.

Pour produire 2 t/ha, on estime qu'il faut apporter, suivant les situations, 35 à 45 kg/ha de N. Cet azote est complètement valorisé par la plante uniquement si les quantités disponibles de phosphore assimilable par la plante sont suffisantes. Cela dépend de la richesse du sol en cet élément et des restitutions. Pour le même niveau, une fumure d'entretien correcte se situe entre 20 et 30 kg/ha de  $P_2O_5$ . Le complément potassique dépend de la richesse du sol en cet élément et de la quantité de paille restituée sous quelque forme que ce soit : enfouissement direct, compost, fumier ou poudrette. Si l'engrais est cher ou peu disponible, le système de fumure doit être conçu en fonction du précédent cultural dans le cadre de la rotation. Ainsi, en zone cotonnière africaine, le sorgho qui succède au cotonnier profite des effets résiduels de la fumure PK.

La fumure minérale doit être étroitement associée à la fumure organique, sous forme de fumier ou de compost. L'engrais minéral de fond PK ou NPK doit être épandu de préférence à la volée avant les préparations du sol précédant le semis. S'il n'y a pas de travail du sol, il doit être épandu au semis. Un épandage complémentaire d'azote est à faire au début de la montaison.

La maturité se manifeste par le changement de couleur des grains et le jaunissement des feuilles. On récolte panicule par panicule, au fur et à mesure de la maturation. Les panicules sont ensuite mises à sécher. Étant donné la forte susceptibilité du sorgho aux insectes pendant le stockage, il est important de réduire le taux d'humidité des grains à 10 – 11 %, en vue d'une bonne conservation.

Le rendement moyen en RDC est de 870 kg/ha. En culture intensive, on peut atteindre des rendements de 3 t/ha, parfois plus.

## **Chapitre 3 : LES LEGUMINEUSES**

### **Introduction**

Le point critique de l'alimentation dans le tiers monde reste la malnutrition. La viande y apparaît souvent comme un produit de luxe. Pour ces populations, les légumineuses constituent la principale source de protéines.

Il convient cependant de noter que les protéines végétales ont une valeur nutritive inférieure à celle des protéines animales du fait qu'elles sont déficientes en certains acides aminés essentiels tel que la méthionine. La richesse des légumineuses en protéines est liée, comme on le sait, à leur capacité de fixer l'azote atmosphérique grâce à leur nodosité racinaire.

Grâce à cette propriété, les plantes peuvent être cultivées sur sol pauvre. De ce fait, sur sol riche, on les place en fin de rotation tandis que sur sol pauvre, elles viennent en tête de rotation. De plus, ces plantes enrichissent le sol en azote et constituent, de ce fait, un groupe d'un intérêt agricole considérable dans les rotations et associations des cultures.

## **III.1. L'ARACHIDE**

### **III.1.1. Introduction**

L'arachide constitue la 3<sup>ème</sup> source mondiale d'huile végétale après le Soja et le tournesol. Elle représente aussi une importante source de protéine. Les principaux pays producteurs sont : l'Inde, la Chine, le Sénégal, le Nigéria, les USA, l'Indonésie et la RDC.

L'arachide est produite partout en RDC, mais les principales régions productrices sont les régions de savane. La grosse partie de la production congolaise ne sert qu'à la consommation directe sous forme bouillie, pilé ou grillé. Une petite partie est traitée en huilerie pour donner l'huile d'arachide et les tourteaux utilisés en alimentation du bétail.

### **III.1.2. Origine**

L'arachide est originaire d'Amérique du Sud probablement dans la région comprenant le Brésil, le Paraguay et la Bolivie. Elle a été introduite en Afrique de l'Ouest par les portugais au 16<sup>ème</sup> siècle.

### **III.1.3. Morphologie**

L'arachide est une plante herbacée comprenant une tige principale érigée et mesurant 15 à 100 cm de haut et un nombre variable de branches latérales sur les nœuds inférieurs (basitonie). Selon que les branches sont verticales ou horizontales, on parle de type érigé ou rampant. La plupart des variétés cultivées présentent des caractéristiques intermédiaires (ni rampant, ni érigées). Les feuilles sont alternes, composées, pennées, généralement formées de deux paires de folioles. De temps en temps, on rencontre une 3<sup>ème</sup> foliole selon les variétés. La base de folioles et du pétiole porte un gonflement appelé "**pulvinus**" qui provoque la fermeture de folioles la nuit, c'est-à-dire que les folioles d'une paire s'appliquent l'une sur l'autre par leur face supérieure.

Il existe 3 types de fleurs chez l'arachide :

- Fleurs souterraines : elles sont **cléistogames**, à enveloppe réduite et fertile (ne s'ouvrent pas)
- Fleurs aériennes normales : elles sont **chasmogames**, généralement pollinisées avant l'anthèse.
- Fleurs mâles apparaissent normalement en fin de floraison sur les nœuds supérieurs.

Il en découle que l'arachide est une plante typiquement autogame. La dénomination "**hypogea**" se réfère à la fructification souterraine de l'arachide. On parlera de **géocarpie** comme chez beaucoup d'autres variétés de légumineuses. Après la pollinisation, le périgone fane. Un méristème situé à la base de l'ovaire est actif et produit un long organe ressemblant à un pédoncule (**le gynophore**) dont le géotropisme est positif. Les gynophores enfoncent ainsi l'ovaire dans le sol et ce n'est qu'alors que celui-ci se développe en gousse.

Ce mode de fructification a des conséquences suivantes :

1. Les fleurs supérieures avortent souvent parce que leurs gynophores n'ont ni le temps ni la vigueur d'atteindre le sol. On peut y remédier par le buttage et le roulage de plants après la floraison;
2. Un sol trop humide provoque la pourriture de gousses, tandis qu'un sol très sec rend la pénétration de gynophores difficile;
3. Il faut un sol léger.

Le fruit de l'arachide est une gousse indéhiscente pourvue d'un ou de plusieurs étranglements délimitant les loges des graines au nombre variable (2 à 4 généralement). La coque est épaisse et ligneuse. La graine comporte un épiderme mince de couleur jaune ou rouge ou même blanche, deux cotylédons volumineux et un embryon. Le système racinaire est pivotant et comporte des

nombreuses racines latérales. Les racines de l'arachide sont pourvues de poils absorbants. On y trouve également des nodules.

#### **III.1.4. Classification**

Il existe deux groupes (extrême) d'arachide: les arachides à tige érigée et rampante. Le premier groupe (érigé) comprend les types Spanish et Valencia, tandis que le second groupe (rampant) comprend le type Virginia. Les arachides érigées se caractérisent par les traits suivants :

1. Une ramification séquentielle, c'est-à-dire que sur la tige principale et les branches, les 1<sup>ers</sup> nœuds sont végétatifs, les suivants reproducteurs et les derniers stériles.
2. Les branches ascendantes ont un développement moindre que la tige principale.
3. Une fructification assez simultanée.
4. Les fruits sont groupés autour du collet.
5. La précocité (90 à 110 jours).
6. Les graines germent facilement sur la plante lorsque la récolte traîne (pas de dormance).
7. Deux à six graines par gousse (caractère de section).
8. Très susceptibles à la cercosporiose (maladie de taches sur les feuilles).

Le type Spanish contient deux graines par gousse tandis que le Valencia plus de 3 généralement. Les arachides rampantes se caractérisent par :

1. Une ramification alternée c'est-à-dire que sur les branches, deux nœuds reproducteurs suivent deux nœuds végétatifs.
2. Les branches horizontales sont généralement plus développées que la tige principale.
3. La fructification est échelonnée.
4. Les fruits sont dispersés le long de branches, ce qui rend la récolte difficile. Celle-ci est encore rendue plus difficile par le fait que les gynophores se cassent facilement à l'arrachage.
5. Ce sont des variétés tardives.
6. Longue période de dormance.
7. Deux graines par gousse.
8. Modérément résistante à la cercosporiose.

#### **III.1.5. Ecologie**

L'arachide est une culture que l'on retrouve de 40° Nord à 40° Sud. En RDC, sa culture se pratique partout mais avec le plus de succès dans les régions de savanes; plus le sol est riche, moins la culture est bonne.

La culture de l'arachide demande environ 400 mm de pluie. Dans certaines régions de grandes cultures telles que le Sénégal, il ne tombe cependant qu'environ 300 mm de pluies. Les périodes les plus critiques pour l'eau se situent à la floraison et généralement moins à la fructification. La maturation et la récolte exigent un temps plus sec. Un sol trop humide provoque la pourriture des gousses.

L'arachide se cultive en saison chaude (pluvieuse). Dans les régions tempérées, la culture n'est possible que lorsqu'il n'ya plus de risque de gelée. La température de la saison culturale doit être comprise entre 21° et 40 °C. Une température élevée favorise en effet la formation de l'huile. Comme chez les autres cultures saisonnières, l'arachide est une plante héliophile. Compte tenu de la pénétration de gynophore dans le sol et du développement souterrain des gousses, l'arachide s'accommode mieux dans les sols légers, meubles et bien drainés. Le pH est de 6 à 6,5. Les principales exportations de la culture comprennent l'azote, le calcium et le potassium.

Une forte teneur du sol en matières organiques est préjudiciable à la production de l'arachide. La matière organique abrite en effet des nombreux microorganismes et des nombreux éléments nutritifs

dont leurs effets combinés sont néfastes à la formation des graines. La durée du cycle vital est de 3 à 4 mois pour des variétés hâtives et de 5 mois au moins pour les variétés tardives.

La levée commence 3 jours après le semis et est complète après 8 à 10 jours. La floraison utile c.à.d. celle qui donnera une fructification certaine débute entre le 22<sup>ème</sup> et le 40<sup>ème</sup> jour après le semis et dure 39 à 60 jours. La maturation de fruits demande 40 à 50 jours.

### **III.1.6. Culture**

L'arachide est généralement cultivée en association avec d'autres cultures vivrières notamment le maïs. Comme les autres légumineuses, en sol forestier, l'arachide ne vient jamais en tête de rotation. La préparation du sol est variable. Suivant les conditions locales, on remue simplement le sol aux endroits de plantation, on laboure ou encore on plante sur buttes ou billons. En cas de labour, celui-ci ne doit pas être profond pour éviter que les gousses ne s'enfoncent trop profondément dans le sol. A la plantation, il faut tenir compte de la dormance éventuelle de graines.

Le semis de l'arachide doit être précoce. Un semis précoce diminue l'importance de la rosette. Une autre méthode de lutte préventive contre la rosette consiste en un semis aussi dense que possible. Dans tous les cas, on cherche à créer des conditions maximales d'humidité. En effet, la rosette qui est une virose caractérisée par le rabougrissement de plantes est transmise par un puceron *Aphis crassivora*, C'est l'agent vecteur très sensible à l'humidité du milieu ambiant. Pour les érigées, on plante à 20 – 40 cm x 20 cm à raison de 1 – 2 graines par poquet nécessitant ainsi 75 à 150 kg de semences à l'hectare.

Pour les variétés rampantes, les écartements recommandés sont de 60 cm en tous sens. On utilise alors 15 à 20 kg de semences par ha. Un semis dense non seulement diminue l'incidence de la rosette mais aussi rend la floraison plus groupée et retarde la maturité de fruits. On sème à 3 – 4 cm jusqu'à 7 – 8 cm de profondeur selon les conditions locales.

L'entretien comprend essentiellement les sarclages qui devront se faire en début de végétation et avant la floraison car plus tard, on risque de casser les gynophores et déterrer les gousses. Le sarclage possède aussi le mérite d'ameublir le sol, ce qui est important pour la pénétration de gynophore surtout si le sol est tassé par les fortes pluies.

Afin de rapprocher du sol des fleurs supérieures, on pratique le buttage ou le roulage. Pour être facile, le buttage exige que l'écartement entre les lignes soit assez grand, 60 cm environs comme en culture mécanisée. Le roulage se fait après la floraison complète du champ.

Une fumure minérale annuelle légère NPK ou NP procure sur l'arachide une plus-value intéressante, encore augmentée par des apports organiques, de préférence sur la céréale cultivée en rotation. La fumure calcaïque est destinée à corriger l'acidité des sols et à améliorer la qualité technologique des semences et de l'arachide de bouche. Les doses et les formes d'apports recommandées sont généralement calculées dans la perspective d'une rentabilité l'année même de leur application. Elles ne compensent pas les exportations des cultures.

En Afrique de l'ouest et centrale, seul le Sénégal vulgarise diverses formules correspondant à des proportions variables de NPK (6-20-10 dans le bassin arachidier Sud par exemple). Dans les autres pays producteurs d'Afrique de l'Ouest, les fumures préconisées sont composées de super-phosphate simple (60 à 100 kg/ha) ou d'engrais coton, selon la disponibilité. L'utilisation d'engrais connaît une forte baisse liée à la disparition des structures d'appui au monde rural (crédit, subventions, sociétés de développement), alors que la réduction des jachères conduit à un déclin alarmant de la fertilité des sols, notamment dans les zones arachidières des savanes africaines. Suivant la composition du sol, l'apport de certains éléments peut être bénéfique. C'est le cas par exemple du chaulage dans les sols acides. Il peut aussi s'agir du potassium ou du magnésium. En général, l'arachide ne demande pas de

fumure, à cause de sa capacité à mobiliser des éléments nutritifs que d'autres plantes ne peuvent utiliser.

La récolte doit se faire dès que les graines arrivent à maturité car il y a risque qu'elles germent si la récolte se fait attendre. La maturité se manifeste par le jaunissement des feuilles et les amandes mures sont roses ou rouges à maturité et leurs épidermes se détachent aisément par simple frottement. La récolte se fait par arrachage manuel ou mécanique. Après l'arrachage, il faut prendre soin de glaner les gousses restées dans le sol. Après la récolte, les gousses sont mises à sécher, détachées ou attachées au plant d'arachide. Le séchage doit réduire le taux d'humidité de graines. La conservation de l'arachide se fait en gousses, surtout pour les semences.

En culture pure, on obtient des rendements de 1500 à 2000 kg de gousses à l'hectare. En culture mixte, les paysans récoltent 600 à 900 kg à l'hectare. Le pourcentage de décorticage varie de 60 à 75 % environs, ce qui donne 900 à 1500 kg d'amandes ou graines en culture pure et 350 à 675 kg chez les paysans.

### **III.1.7. Variétés diffusées en RDC**

#### **G 17 :**

- Port érigé, graine rouge, tige non ramifiée, se cultive dans les savanes;
- Cycle végétatif : 90 à 100 jours.
- Rendement : 2000 kg/ ha en station.
- Résiste à la cercosporiose et à la rosette.

#### **A 65 :**

- port érigé, cultivée dans le Bas-Congo et le Nord-Shaba.
- cycle végétatif : 90 jours
- Rendement : 1000 à 2700 kg/ha en station
- Résiste à la cercosporiose et à la rosette.

#### **P43 :**

- Port érigé, cultivée dans le Bas-Congo
- cycle végétatif : 95 jours
- Rendement : 1500 à 3000 kg/ha
- Résiste à la cercosporiose et à la rosette.

#### **MANDINGU :**

- Port semi-érigé, graine blanchâtre, hauteur du plant 60 cm
- Cycle végétatif : 95 jours
- Rendement : 1500 à 3000 kg/ha
- Résiste à la cercosporiose et à la rosette (Bas-Congo, Kinshasa, Bandundu).

#### **A 1052 :**

- Port érigé, graine jaune, hauteur 55 cm, cultivée dans les 2 Kasai
- Cycle végétatif : 95 – 100 jours
- Rendement : 2500 kg/ha
- Résiste à la rosette.

## **III.2. LE NIEBE**

### **III.2.1. Introduction**

Il est difficile d'établir l'importance relative de niébé et de haricot en RDC car les statistiques officielles confondent souvent ces deux cultures sous la dénomination de haricot.

Dans les différentes régions du pays, on cultive généralement les deux plantes mais l'importance relative de chacune d'elle, est variable d'une région à une autre, sûrement à cause des conditions écologiques exigées par chacune. Ainsi, dans le Bas-Congo et le Kivu, on cultive surtout le haricot, tandis que dans le Bandundu, les deux Kasai et le reste, le Niébé est plus cultivé.

Comme le haricot, le niébé est une source importante des protéines sous les tropiques surtout sous les tropiques humides où les conditions de température et d'humidité élevées et constantes rendent la culture de haricot impossible. Le niébé se prête à des nombreux usages: en alimentation humaine, on utilise les graines sèches, des gousses immatures et les jeunes feuilles de certaines variétés comme légumes. Il est aussi utilisé comme fourrage, engrais vert et plante de couverture (surtout la variété rampante).

Le niébé cuit plus rapidement que le haricot. En outre, il contient peu de substances toxiques et d'anti-métabolites (ex. Inhibiteurs de la trypsine, l'hémagglutinine) que le haricot ou le soja.

### **III.2.2. Origine**

La culture du niébé est très ancienne. Elle remonte à l'époque préhistorique et fut connue des Grecs et des Romains. Elle semble être originaire de l'Afrique de l'Ouest, probablement du Nigeria et de là, elle aurait gagnée l'Egypte, l'Arabie saoudite et l'inde.

### **III.2.3. Morphologie**

Le niébé est une plante herbacée annuelle, polymorphique comme le haricot. Sa tige est érigée. semi-érigée, rampante ou volubile. Les types érigés ont une croissance définie et sont précoces, tandis que les rampants et les volubiles ont une croissance indéfinie, formant continuellement des nouvelles feuilles et sont par conséquent tardifs.

La tige porte des feuilles alternes, trifoliolées, de forme assez variable. Les bourgeons axillaires de nœuds inférieurs donnent 1 à 8 branches, tandis que ceux des nœuds supérieurs se différencient en inflorescence. Les fleurs apparaissent par paire alternative sur les pédoncules qui parfois dépassent les feuilles. A chaque aisselle, il se forme 1 à 8 épis, chacun pouvant porter jusqu'à 8 à 12 paires de fleurs, mais dont le plus souvent, seules les 2 premières se développent. Ainsi donc, 70 à 88 % de fleurs avortent avant l'anthèse (ouverture fleur) et de 12 à 30 % restant, plus de la moitié avortent après la nouaison (formation de gousses) à tel point que 6 à 16 % seulement des fleurs produisent des gousses récoltables.

Les fleurs sont grandes, caractéristique de papilionaceae. Elles sont violettes, s'ouvrent le matin et tombent le même jour, ainsi donc, le niébé est une plante autogame. Les gousses sont pendantes, linéaires ou recourbées et mesurent 8 à 30 cm chez la plupart des variétés cultivées. Elles contiennent 8 à 20 graines dont la taille, la forme et la couleur sont très variables. Les graines sont blanches, grises, jaunes, brunes, violettes, rouges, noires ou multicolores. Le poids de 100 graines varie entre 10 – 25 gr (indice de récolte). Le système racinaire est pivotant, le pivot est solide, profond et porte des nombreuses racines latérales et superficielles. Les racines portent des gros nodules.

### **III.2.4. Classification**

Ainsi, il a été précédemment noté que le niébé est une espèce polymorphique. Ce polymorphisme est pour beaucoup dans la confusion existant au sujet de la systématique de cette plante. Les différents types de niébé sont classés soit en une seule espèce : *Vigna unguiculata*, soit en 3 espèces différentes : *Vigna unguiculata*, *Vigna sesquipedalis* et *Vigna sinensis*.

Lorsqu'on utilise la 2<sup>ème</sup> classification, on range généralement les formes cultivées dans l'espèce *Vigna sinensis* (intermédiaire). Des nombreuses variétés de Niébé sont classées suivant leurs port, la couleur de la graine, les formes de feuilles (celles-ci pouvant être caractéristiques dans certaines variétés).

### **III.2.5. Ecologie**

Comme toutes les plantes annuelles, le niébé est cultivé dans les conditions très variées. Comparé au haricot, le Niébé est plus tolérant vis-à-vis des conditions écologiques extrêmes, notamment la chaleur, la sécheresse et l'humidité. Ainsi par exemple, le niébé est cultivé en zone équatoriale humide, zone dans laquelle la culture de haricot ne réussit pas.

Le niébé est très résistant à la sécheresse et représente ainsi une légumineuse de choix pour les régions arides comme le Sorgho. Cependant, les différentes variétés peuvent avoir de degrés de résistance variable (sécheresse). Le niébé semble aussi modérément résistant à l'excès d'eau du sol. Par contre, une humidité atmosphérique élevée, associée à la chaleur, augmente l'incidence du parasitisme entomologique auquel la plante est très sensible, surtout à partir de la floraison, car les insectes attaquent surtout les fleurs et les gousses.

Dans une étude réalisée à Yangambi, les dégâts causés aux gousses par les insectes dépassaient 50 %. Dans ces conditions, un choix judicieux de la date de semis s'impose. Le niébé est une culture de saison chaude, de ce fait ne tolère pas la gelée. Les températures optimales sont de 27 °C le jour et 22 °C la nuit. C'est une plante héliophile. Sous l'ombrage ou par hasard en association très serrée, il s'étiole et devient volubile.

Comme toutes les cultures, le niébé est cultivé sur les sols variés. On donnera cependant la préférence à des sols bien drainés. Comme toutes les légumineuses, il peut être cultivé sur le sol pauvre qu'il améliore par la suite. Les exportations d'une tonne de niébé sont estimées à 50 Kg d'N, 17 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40 Kg de K<sub>2</sub>O, 16 Kg de Ca, 15 Kg de MgO et même 4 Kg de S. Les graines présentent le grand défaut d'être fortement attaquées par les bruches au cours du stockage. Cependant, le mélange de graines avec 1 % d'huile de palme ou d'arachide permet une bonne conservation. Les graines gardent leur pouvoir germinatif pendant assez longtemps si elles ne sont pas attaquées.

La plupart des variétés cultivées ont une durée de végétation de 3 à 5 mois. La recherche scientifique pouvant cependant mettre au point des variétés de moins de 3 mois. La germination a lieu 3 jours après le semis, tandis que la floraison a lieu 1 à 2 mois plus tard.

### **III.2.6. Culture**

Le niébé est cultivé en association avec diverses plantes, surtout les céréales. Compte tenu de sa forte susceptibilité aux insectes et en vue d'obtenir un produit de bonne qualité, il est essentiel de le semer à un moment tel que la floraison aie lieu à la fin des pluies. Cela implique donc généralement un semis tardif.

Cependant, si le contrôle des insectes est possible, on peut semer normalement. La densité de semis et les écartements varient en fonction du mode de culture et du port de la plante (rampant ou érigé). En

culture mécanisée, on sème à 75 – 100 cm x 7 à 10 cm. En culture manuelle, on sème à 50 – 75 cm x 25 – 50 cm à raison de 2 à 3 graines par poquet. Cela exige donc 22 à 33 kg de semences.

### **III.2.7. Entretien**

L'entretien comprend :

1. Le regarnissage de vides 10 jours après le semis
2. Le tuteurage lorsqu'il s'agit d'une variété volubile. On utilise dans ce cas les tuteurs de 2 m environs.
3. Un ou deux sarclages jusqu'à ce que le sol soit totalement couvert.
4. En ce qui concerne la fertilisation, on recommande 20 à 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par hectare.

Dans certains cas, 30 à 60 kg de K<sub>2</sub>O et 15 à 30 kg d'N par ha, peuvent être bénéfiques sous forme d'un coup de fouet, c'est-à-dire faire démarrer la culture. Comme pour les autres légumineuses, la maturité se reconnaît au jaunissement de feuilles. Mais en vue de réduire les dégâts des insectes, il est recommandé de récolter dès que les gousses commencent à jaunir.

Etant donné que la floraison est étalée, la récolte se fait en plusieurs passages. En Afrique, le rendement est généralement de 400 – 600 kg/ha. Ils peuvent atteindre 1500 kg et même plus dans des bonnes conditions de culture (station).

### **III.2.7. Variétés diffusées en RDC**

#### **1. MUYAYA:**

- Port rampant et semi-érigé, graines rouges et lisses. Basse et moyenne altitude.
- Se cultive sur sol argilo-sableux de savane.
- Cycle végétatif 85 jours.
- Rendement: 900 -1100 kg/ha: Bandundu, Bas-Congo et Kasai.

#### **2. D 716 :**

- Port semi-érigé, graines brunâtres et ridées.
- Basse altitude (Bas-Congo) sur sol alluvionnaire.
- Cycle végétatif 80 jours.
- Rendement : 900 – 1050 kg/ha (station)
- Résiste aux bruches

#### **3. Vy50 :**

- Port érigé, graines blanches, moyenne altitude (Bas-Congo, Yangambi).
- Cycle végétatif : 70 - 80 jours
- Rendement : 1200 kg/ha

#### **4. YAMASAI :**

- Port semi-érigé, graines brunes tachetées, basse altitude, moyenne altitude et haute altitude (Bas-Congo, Kivu, Bandundu, Province orientale).
- Cycle végétatif : 80 jours.
- Rendement: 1200 - 1500 kg/ha.

#### **5. MUYILANGA :**

- Port semi-érigé, graines jaune-claires, basse et moyenne altitude (Kasai, Bdd, B-C).
- Cycle végétatif: 80 jours.
- Rendement: 1200 - 1400 kg/ha
- Résiste à la gale.

### **III.3. LE SOJA**

#### **III.3.1. Introduction**

Le soja constitue un des aliments de base en Asie depuis des millénaires. L'expansion de sa culture dans le monde remonte seulement à la deuxième guerre mondiale. Aujourd'hui, il représente la 1<sup>ère</sup> source mondiale d'huile végétale dont les principaux producteurs sont les Etats-Unis d'Amérique avec environ 65 % de la production mondiale, suivis de la Chine et du Brésil.

Le grand intérêt du soja en alimentation réside dans sa richesse exceptionnelle en protéines allant jusqu'à 50% selon le mode de préparation. En outre, ces protéines ont une valeur nutritive presque équivalente à celles de protéines animales.

L'introduction du soja en RDC date des années 1950. Cette introduction devait répondre au problème de la malnutrition protéique parmi les couches les plus pauvres de la population. Contrairement à son importance au niveau mondial, le soja est encore une culture secondaire en RDC. On peut toutefois noter que la consommation de cette plante croît sans cesse depuis son introduction et, à cause surtout de la vulgarisation de cette culture amorcée dans les 2 Kasai il y a quelques années par le Révérend Père Vanneste, ancien Directeur Général de l'INERA.

Les utilisations du soja sont innombrables. La graine est consommée avant ou après maturité. Son huile est alimentaire et sert à la fabrication de nombreux produits industriels tels que la margarine, la glycérine, le vernis, les explosifs, etc. Le tourteau est utilisé en alimentation du bétail, pour la préparation de substituts de la viande. La graine fournit aussi du lait et de la farine utilisée dans de nombreuses préparations. La plante entière peut servir de fourrage. En RDC, le soja est principalement consommé sous forme de farine mélangée à celle de maïs dans des proportions de 1/3.

#### **III.3.2. Origine**

Le soja est originaire du Sud-est Asiatique plus probablement de la région comprenant l'Est de la Chine, la Corée et le Japon. Il dérive probablement de l'espèce sauvage *Glycine ussuriensis*, une légumineuse volubile que l'on retrouve à travers tout l'Est de l'Asie.

#### **III.3.3. Morphologie**

Le soja est une plante herbacée annuelle au port érigé chez la plupart des variétés et dont la taille varie entre 30 et 180 cm. Les variétés naines sont précoces généralement, tandis que les géantes sont tardives. La partie aérienne comprend une tige principale et des branches latérales dont le nombre varie selon les variétés et les conditions de culture.

On distingue deux modes de croissance de la tige : défini ou indéfini. Chez les variétés à croissance définie, le point végétatif se transforme en inflorescence. Ce mode de croissance se rencontre chez les variétés précoces. Les variétés tardives par contre ont une croissance indéfinie, le méristème apical restant végétatif. Les feuilles sont alternes, trifoliolées, pubescentes, de couleur variant entre le vert pâle et le vert foncé. Les fleurs, petites, sont violettes ou blanches ; elles apparaissent isolées ou en grappes de 6 à 8; elles sont axillaires ou terminales. La fleur est typique de papilionaceae. Le soja est autogame, bien qu'un certain degré de pollinisation croisée (2%) soit dû aux insectes.

Le fruit est une gousse déhiscence contenant le plus souvent 2 à 5 graines. Celles-ci sont rondes, aplaties, de couleur jaune, verte, brune ou noire. Cette différenciation de couleur chez le soja entraîne ou indique aussi la différenciation de leur valeur nutritive. C'est ainsi que les variétés à graines jaunes et vertes sont plus riches en huile et sont généralement préférées pour l'alimentation humaine. Par contre, les variétés à graines sombres sont plus riches en protéines.

Dans les pays industrialisés, ces graines sombres sont généralement réservées pour l'alimentation du bétail. Le poids de 100 graines varie de 5 à 40 gr parfois aussi de 50 à 100 gr pour les variétés à grosses graines.

Le système racinaire est pivotant et profond. Le pivot pouvant aller jusqu'à 1,50 m de profondeur, ce qui donne à la plante une bonne résistance à la sécheresse. Les racines portent de nombreuses nodosités lorsque le sol contient la souche appropriée de rhizobium et que les conditions de sol sont favorables (sol léger, humidité suffisante, sol basique et riche en oligoéléments).

### **III.3.4. Classification**

Les critères de classification du soja varient d'une région à une autre. Ainsi, en Asie, on classe les variétés selon leur utilisation qui est fonction de la couleur de la graine. On distingue donc 3 couleurs fondamentales : jaune, verte et noire. Aux Etats Unis, on classe les variétés en 3 grands groupes : les variétés Commerciales (riches en protéines et en huile), les variétés Fourragères et les variétés Potagères.

En RDC, l'INERA à l'époque avait établi une classification basée sur la durée de végétation. On a ainsi :

- les types greniers précoces de 85 à 95 jours,
- les types greniers moyens de 95 à 110 jours,
- les types greniers tardifs de 110 à 125 jours,
- les types fourragers de plus de 125 jours.

### **III.3.5. Ecologie**

Le soja est une plante très plastique tant pour le climat que pour le sol. On le retrouve en effet sous des climats variés depuis l'équateur jusqu'au 50° Nord et 40° Sud comme le maïs. Sur le plan édaphique par contre, le soja est moins exigeant que le maïs, en particulier en ce qui concerne la fertilité du sol. Grâce à son système racinaire profond, le soja résiste bien à la sécheresse mais moins que le Niébé.

En vue d'une bonne récolte, il faut 510 à 760 mm d'eau bien répartie. Les besoins en eau de la plante sont les plus élevés à partir de la floraison jusqu'au remplissage de gousses. La maturation et la récolte exigent au contraire un temps sec. Le soja demande une saison culturale chaude, condition généralement bien remplie sous les tropiques. La température optimale est de 24 à 29 °C. Les températures inférieures 21°C prolongent la durée de végétation et les températures excessives supérieures à 32 °C diminuent le rendement en graines et la qualité de l'huile. Le soja est une plante sensible au photopériodisme. Il est considéré, le plus souvent, comme une plante de jours courts mais il existe des variétés indifférentes et les variétés de jours longs. Ainsi donc, il est important d'introduire du matériel à partir des régions situées sur des latitudes proches (souvent les régions tropicales). Le soja demande le plein éclaircissement. Ainsi, il faut adopter une densité de plantation telle que les plantes ne s'ombragent pas mutuellement. Les écartements trop faibles retardent la floraison et diminuent le nombre de branches. Un temps nuageux réduit également le rendement.

Le soja s'adapte à des sols très variés. Les meilleurs sols sont les sols légers, profonds et riches en calcium. Comme pour le maïs, il faut éviter les sols où l'eau stagne. Le pH optimum est de 6 à 6,5. Comme toutes les légumineuses, le soja est capable de fixer l'azote atmosphérique, ce qui lui permet de s'accommoder même dans les sols pauvres et épuisés.

Cependant, les sols riches donnent toujours les meilleurs rendements. Le rhizobium du soja est spécifique. Il semble aussi que les bactéries d'autres légumineuses annuelles comme l'arachide, le haricot, le pois, le niébé ou le cajan peuvent convenir au soja. C'est ainsi que sur les terres n'ayant jamais porté du soja ou une autre légumineuse, il est recommandé pour plus d'efficacité de procéder à l'inoculation. Le cycle végétatif varie de 85 à 125 jours pour les variétés grainières. La germination

débute à 4 - 5 jours après le semis tandis que la floraison intervient à 1 – 2 mois plus tard. Contrairement au Niébé, en Afrique, la culture du soja n'est pas soumise à un taux élevé de parasitisme.

### **III.3.6. Culture**

La culture du soja est assez simple, la plante demande un sol propre qu'on peut soit labourer, soit pratiquer un labour superficiel léger (non labour). Un des grands problèmes de la culture du soja sous les tropiques est le fait que les graines perdent assez rapidement le pouvoir germinatif. Ainsi, il est indispensable de semer le soja toutes les saisons afin d'avoir les graines fraîches à chaque semi.

Un semis précoce donne le meilleur rendement. En semis tardif, il y a beaucoup de problèmes qui peuvent subvenir aux plantes: c'est soit une forte mortalité à l'état jeune due à la fonte de semis, soit l'apparition des gousses vides à la maturité. On sème aux écartements de 40 cm x 20 cm, avec 3 graines au maximum par poquet pour les variétés précoces.

Les variétés tardives à grand développement végétatif sont semées à 60 cm x 40 cm. En culture mécanisée, les écartements entre les lignes sont plus grands de 60 à 90 cm et plus faibles dans la ligne. La quantité des semences requise équivaut à 30 - 75 kg/ha pour les variétés hâtives et 20 - 25 kg/ha pour les variétés tardives. Le semis se fait à 2,5 - 5 cm de profondeur. Cependant, un semis plus profond retarde la germination.

L'entretien comprend le regarnissage de vides 7 jours après le début de la levée et 1 à 2 sarclages suivant l'importance des mauvaises herbes. Les sarclages sont associés aux binages qui améliorent en même temps les conditions d'aération du sol favorisant ainsi la nodulation de la plante. En même temps lorsqu'il y a risque de verse, on procède au buttage.

Grâce à sa capacité de fixer l'azote atmosphérique, la fertilisation azotée en culture de soja n'est pas recommandée. Par contre, la plante répond bien au Phosphore, au Potassium, au Magnésium et surtout au Calcium. Comme l'arachide, le soja possède la capacité de mobiliser les éléments nutritifs se trouvant sous des formes non utilisables par d'autres plantes. D'où l'intérêt de cette plante dans l'association de cultures.

La fertilisation est rarement pratiquée dans les systèmes traditionnels. Bien qu'il soit théoriquement établi que la fixation rhizobienne suffit aux besoins de la plante jusqu'à un rendement de 3,5 t/ha environ, un apport d'azote (50 kg d'urée en début de croissance) est très souvent bénéfique. Le phosphore est l'élément le plus important, à combiner avec le soufre (superphosphate simple). La potasse, bien qu'exportée en grandes quantités par la plante, donne des résultats parfois erratiques en fertilisation et son apport est généralement réservé aux cultures irriguées.

La maturité se reconnaît au jaunissement puis à la chute des feuilles et en même temps, les gousses et la tige se dessèchent et les graines deviennent dures. Etant donné que les gousses sont déhiscentes, il faut prendre soin de ne pas trop retarder la récolte. Afin d'éviter l'éclatement des gousses pendant la récolte, il est indispensable de récolter par temps frais (de préférence le matin).

La récolte se fait en coupant toute la plante. Celle-ci est ensuite mise à sécher jusqu'à ce que le taux d'humidité de graines descende à moins de 12 %, ce qui est indispensable pour une bonne conservation de graines. On procède enfin au battage et au vannage. En RDC, la floraison n'est généralement pas uniforme et la récolte se fait donc en plusieurs passages, donc au fur et à mesure de la maturité.

Le soja est une plante complètement autogame. Les fleurs s'ouvrent très tôt le matin et le pollen se verse juste avant ou au moment de l'ouverture et il est versé directement dans le stigmate où il pénètre

dans le pistil pour s'unir à un ovule. Les fleurs sont parfois visitées par les abeilles et autres insectes pour que la pollinisation croisée puisse se faire, mais d'habitude de moindre importance.

Le rendement moyen en RDC est de 700 à 800 kg/ha. Dans les stations de recherche par contre, le rendement moyen peut atteindre 1500 kg/ha avec un maximum de 2000 kg/ha.

### **III.3.7. Variétés diffusées en RDC**

#### **1. SJ. 127 :**

- port érigé, hauteur moyenne ou grande, gousses déhiscentes, variété de basse altitude.
- cycle végétatif : 90 à 120 jours
- Rendement : 1000 kg/ha
- Résistante à la bactériose.

#### **2. Delmar 43:**

- Port érigé, hauteur moyenne ou petite, gousses déhiscentes, variété de basse altitude
- cycle végétatif : 90 à 100 jours
- Rendement : 1500 kg/ha
- Résistante à la bactériose.

#### **3. Murranga:**

- Hauteur de 55 à 80 cm, gousses déhiscentes, variété de basse et moyenne altitude
- cycle végétatif : 100 à 120 jours
- Rendement : 1000 à 2000 kg/ha
- Résistante à la cercosporiose.

#### **4. Afya :**

- Hauteur 50 à 60 cm, feuilles lancéolées, variété de basse, moyenne et haute altitude.
- cycle végétatif: 90 à 110 jours
- Rendement: 1000 à 2000 kg/ha.

## **III.4. LE HARICOT**

### **III.4.1. Introduction**

En RDC et dans beaucoup de pays tropicaux (Afrique et Amérique latine), le haricot est un aliment d'une importance extrême, car il constitue une source importante de protéines, la principale pour les couches les plus pauvres de la population.

Le terme haricot est utilisé pour désigner des plantes appartenant à deux genres de la famille des Papilionacées, les genres *Phaseolus* et *Vigna*. Comme le genre *Vigna* a déjà été étudié au-dessus, dans cette section, il sera uniquement question des haricots du genre *Phaseolus*.

Sous les tropiques, on produit essentiellement des haricots secs, tandis que dans les régions tempérées, le haricot est principalement consommé vert. Dans certaines régions, la feuille sert de légume.

### **III.4.2. Origine**

Le haricot, comme le maïs, a été domestiqué en Amérique du Sud, principalement au Mexique. Il a été introduit en Europe au 16<sup>ème</sup> siècle, et de là, il a atteint l'Afrique.

### **III.4.3. Morphologie**

En RDC, on cultive surtout l'espèce *Phaseolus vulgaris*. Cette espèce est polymorphique. On trouve en effet des formes érigées, à croissance définie, et des formes grimpantes (volubiles), à croissance indéfinie. Dans les types nains, la tige n'a que 20 à 60 cm de haut, tandis que la tige des variétés grimpantes atteint 2 à 3 m de long. Les feuilles sont alternes et trifoliolées. Chez les variétés naines, les inflorescences sont des racèmes terminaux et dans les formes volubiles, les racèmes sont axillaires. La fleur est typique des Papilionacées, le haricot est autogame.

Le fruit est une gousse généralement indéhiscente, contenant 4 à 6 graines généralement. Celles-ci sont diversement colorées : elles sont blanches, jaunes, rouges, brunes, noires ou multicolores et de grandeur variable. Les habitudes alimentaires vis-à-vis de la couleur et de la grosseur des graines sont très fortes.

Le système racinaire est pivotant, le pivot pouvant atteindre 1 m de profondeur, tandis que les nombreuses racines latérales sont localisées dans les 15 premiers cm du sol.

### **III.4.4. Classification**

Le genre *Phaseolus* comprend de nombreuses espèces dont certaines ont été transférées dans le genre voisin *Vigna*. Les espèces les plus cultivées sont *Phaseolus vulgaris* (haricot commun) et *P. Lunatus* (haricot de Lima). En RDC, on cultive essentiellement la première.

Des nombreuses variétés de haricot sont classées suivant le port et la couleur de la graine. On distingue ainsi les variétés érigées, naines et à croissance définie, et les variétés grimpantes, à croissance indéfinie. Les premières sont généralement précoces, tandis que les secondes sont tardives. A l'intérieur de chaque groupe, on différencie les variétés par la couleur et la grosseur de la graine.

### **III.4.5. Ecologie**

Le haricot est une plante qui craint l'excès d'humidité. Un excès de pluie provoque en effet la chute des fleurs et augmente l'incidence des maladies cryptogamiques, d'où une production faible. C'est ainsi que dans les régions humides, cette culture n'est praticable que pendant la saison sèche, pour autant que le sol soit humide ou l'irrigation est possible. Notons que la culture ne réussit pas à l'équateur, à cause de l'incidence élevée des maladies. Comme pour toutes les plantes à graines, la période critique pour l'eau va de la floraison à la formation des gousses. Lorsque la culture est destinée à la production du haricot sec, il est indispensable qu'il fasse sec au moment de la récolte. Une pluviosité de 300 à 600 mm durant la période de végétation semble être l'optimum pour la culture du haricot.

Le haricot craint aussi l'excès de chaleur, car une température élevée favorise la prolifération des maladies et provoque la chute des fleurs. Un climat doux (Kivu, Katanga, saison sèche dans le Bas-Congo, par exemple), convient mieux à la plante. Mais, le haricot ne supporte pas la gelée.

Le haricot pousse sur les sols les plus divers, depuis les sols sablonneux jusqu'aux sols argileux. Un des problèmes de cette culture concerne la conservation des graines; celles-ci sont très attaquées par les bruches, les variétés à graines blanches étant les plus susceptibles.

### **III.4.6. Culture**

Le haricot est généralement cultivé en association avec d'autres plantes annuelles; l'association avec le maïs ou le sorgho est particulièrement intéressante, la céréale servant de tuteur pour le haricot. Dans les cultures dérobées (en saison sèche), la culture de haricot est plus souvent pure.

Comme les autres plantes annuelles, le haricot demande un sol propre. La culture se fait à plat, sur buttes ou sur billons. L'écartement varie suivant le type de plant, érigé ou volubile, et le type de culture, manuelle ou mécanisée. Pour les variétés érigées, on plante aux écartements de 30 - 45 cm x 30 cm ou à 75 - 90 cm 10 - 15 cm. Quant aux variétés volubiles, on plante soit sur des buttes espacées de 90 - 120 cm à 4 - 6 graines, que le démariage réduira à 3 - 4 plants, soit à plat à l'écartement de 90 - 120 cm x 30 cm. Le semis se fait à 2,5 - 7,5 cm de profondeur généralement. Dans les conditions très sèches, on peut aller jusqu'à 10 cm. On sème au début ou vers la fin de la saison des pluies suivant le climat.

L'entretien comprend essentiellement les sarclages et, pour les variétés grimpantes, le tuteurage. On utilise des tuteurs de 2 à 3 m. En Afrique, la fertilisation du haricot est rare. Dans les régions arides, la culture est irriguée.

Le moment de la récolte varie suivant le produit recherché. Le haricot vert est récolté bien avant maturité; on peut déjà récolter à 2 - 4 semaines après la floraison. La récolte du haricot sec a lieu à maturité complète lorsque les feuilles jaunissent et tombent. La récolte se fait gousse par gousse (surtout pour les variétés grimpantes) ou bien en coupant toute la plante à une certaine distance du sol (de préférence pour les variétés érigées). Le tout est mis à sécher au soleil, puis battu et vanné.

En RDC, le rendement moyen est de 550-600 kg de graines sèches à l'hectare. Dans les stations de recherche, l'INEAC avait obtenu des rendements de 1800 kg/ha. En conditions expérimentales, en Amérique latine, des rendements de 5 et 2 t/ha ont été enregistrés respectivement en culture pure et en association avec le maïs.

## **Chapitre 4 : LE BANANIER**

### **IV.1. Introduction**

On distingue deux groupes parmi les bananiers cultivés:

- les bananiers à cuire dont le fruit est consommé après cuisson
- les bananiers desserts dont le fruit est consommé cru après maturation.

Le bananier à cuire, principalement le plantain, représente un des aliments de base dans la zone tropicale humide plus particulièrement en Afrique. Les bananes desserts sont les fruits les plus importants de régions tropicales et les plus consommés dans le monde tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des tropiques. Sur le plan du commerce mondial des fruits, la banane occupe la 2<sup>ème</sup> place après les raisins.

En RDC, le plantain constitue le 2<sup>ème</sup> produit vivrier après le manioc, tandis que les bananes douces représentent les fruits les plus importants du pays, soit 1/3 de la production fruitière totale. Notre production de plantain place la RDC en tête des producteurs Africains. Les principales zones bananières sont des régions forestières principalement le Kivu, l'Equateur, la province Orientale et le Maniema. On en trouve aussi d'une façon localisée dans le Mayombe au Bas-Congo.

Les formes de consommation de la banane sont variées, les bananes de tables sont utilisées comme dessert. Celles à cuire par contre sont consommées pilés ou telles qu'elles après cuisson. Quand elles sont mûres, elles peuvent être grillées. Dans certaines régions, on en fait de la farine, laquelle parfois sert à la fabrication des biscuits. Les fruits de certaines variétés servent à la fabrication de la bière (Est du pays). Les bourgeons mâles sont consommés comme légume en Asie, tandis que le pseudo-tronc est donné aux bétails. En général, toutes les parties de la plante sont utilisées. La banane est essentiellement consommée dans les régions de production à cause de sa nature très périssable.

## IV.2. Origine

La majeure partie des bananiers cultivés dérivent de deux espèces sauvages : “*Musa acuminata*” et “*Musa balbisiana*”. Le caractère comestible est apparu chez *Musa acuminata*. Il est dû à deux phénomènes génétiques : le développement de la parthénocarpie et la stérilité femelle, tous deux essentiels pour la consommation de la banane. D’autres processus génétiques ont contribué à l’évolution des bananiers alimentaires, notamment : la polyploïdie, l’hybridation et le rétrocroisement. Le centre d’origine de bananier comestible se situe en Asie du Sud-Est.

L’introduction du bananier en Afrique date d’avant le 15<sup>ème</sup> siècle. On suppose qu’il a été introduit d’Indonésie à Madagascar et de là à travers tout le continent. Bien qu’originaire d’Asie, c’est en Afrique que le bananier est le plus cultivé.

## IV.3. Morphologie

Le bananier est une plante herbacée, pérenne dont les dimensions énormes de 2 à 9 m de haut font penser à un arbre. *Généralement en littérature, on l’appelle herbe géante* (pérenne dans le sens de vivace). Il est ainsi donc l’herbe la plus géante du règne végétale (*Musa ingens*). Avant la floraison, toute la partie aérienne est foliaire. L’organe qui ressemble à une tige est, en fait, formé par les gaines foliaires solidement imbriquées, qu’on l’appelle pseudo-tronc ou faux tronc ou fausse tige. La gaine foliaire se prolonge par un pétiole très rigide qui porte une feuille exceptionnellement très grande pouvant atteindre 5 m de long sur 1 m de large, soit une surface foliaire de 4 m<sup>2</sup>. La nervure centrale, rigide comme le pétiole, est proéminente vers la face inférieure de la feuille. La tige vraie est un bulbe souterrain de forme globulaire dont le diamètre atteint environ 30 cm chez le Gros Michel. Il est formé d’entre nœuds très courts séparés par les traces des anciennes feuilles, lesquelles traces encerclent complètement les bulbes.

Certains nœuds de partie médiane du bulbe portent un bourgeon latéral dont la particularité est qu’il se forme du côté opposé à la feuille et non à son aisselle comme c’est normalement le cas chez les végétaux supérieurs. Certains de ces bourgeons se développent en rejets qui constituent le matériel de propagation.

Le système racinaire est fasciculé, adventif et superficiel. La majeure partie des racines se trouvent dans les 50 premiers cm du sol. Durant la phase végétative, la croissance du bulbe se fait uniquement en épaisseur. La croissance en hauteur est donc nulle. Pendant cette phase, le point végétatif reste plus ou moins localisé au niveau du sol tandis que le pseudo-tronc pousse normalement.

A la suite de l’induction florale, les points végétatifs se transforment en inflorescence, en ce moment la tige aérienne ou hampe florale commence alors à s’allonger, et en 1 mois, elle traverse le pseudo-tronc pour porter l’inflorescence au sommet. L’inflorescence est un épi complexe comptant plusieurs mains formées de rangés de fleurs qui, plus tard, deviennent des doigts. Chaque main étant recouverte par une bractée. ***Les 5 à 15 premières mains portent des fleurs femelles, tandis que les suivantes portent des fleurs mâles.***

On retrouve, la protogynie chez le bananier et qui fait que la pollinisation soit croisée. L’inflorescence se développe en régime comportant plusieurs mains dont chacune peut aussi contenir plusieurs doigts. Le poids du régime est très variable selon les cultivars et les conditions de culture.

Le fruit est une baie dont le 1/3 du poids est constitué par la pelure et les 2/3 par la chair ou pulpe. Chez les cultivars alimentaires, le fruit est parthénocarpique et la propagation est exclusivement végétative.

#### IV.4. Classification

La classification botanique des bananiers est assez complexe. Monocotylédones, de l'ordre des Scitaminales, de la famille des Musaceae, de la sous-famille des Musoïdeae, ils comprennent plusieurs genres dont :

- le genre *Ensete* (ancien *Musa ensete*), qui est présent en Asie, Afrique et Amérique latine, mais n'est cultivé qu'en Ethiopie (consommation du rhizome fermenté et surtout de la pulpe du pseudotrunc). Il ne rejette pas naturellement ;
- le genre *Musa*, qui se divise en espèces séminifères à fruits non comestibles et variétés à fruits charnus sans graines (parthénocarpiques). Les espèces à graines se répartissent en cinq sections : Australimusa (dont *M. textilis*, espèce à fibre), Callimusa (dont *M. coccinea*, espèce ornementale), Rhodochlamys (dont *M. ornata*, espèce ornementale), Ingentimusa (dont *M. ingens*, bananier sauvage géant) et Eumusa. Dans la section Eumusa, se trouvent *Musa acuminata* (symbole de génome: A) et *Musa balbisiana* (symbole de génome : B), espèces qui sont à l'origine des variétés cultivées.

<u>PLOIDIE</u>	<u>GENOTYPE</u>	<u>EXEMPLES</u>
2 n	AA (Comestible)	Plusieurs cultivars dont : Pisang Lilin
2 n	BB (Non comestible, sauvage)	Balbisiana
AAA	Tous les bananiers dessert : gros Michel, Yangambi Km 5, etc.	
AAB	Plusieurs cultivars de plantain.	
ABB	Bananier à cuire, Bluggoe	
AAAB	Hybrides tétraploïdes	
	AA BB	
	AB BB	

A part cette classification, on trouve chez les plantains les cultivars suivants :

1. **French**: plusieurs mains sur régime et dont le bourgeon mâle est persistant jusqu'à la récolte.
2. **Faux cornes**: plusieurs mains sur régime (nombre inférieur au 1<sup>er</sup> type) et dont le bourgeon mâle persiste pendant la croissance et disparaît à la récolte.
3. **Cornes** : nombre de mains sur régime est réduit, les doigts beaucoup plus grands que les 2 premiers types et dont le bourgeon mâle disparaît.
4. **Vrai cornes** : nombre de mains très réduit sur régime, en cas extrême, un doigt sur régime.

Ces différents cultivars influencent énormément la valeur marchande de leur produit. Il existe ainsi parmi les bananiers cultivés, des diploïdes, triploïdes et tétraploïdes. Mais la majeure partie des bananiers alimentaires sont des triploïdes. Selon que le fruit est consommé cru ou après cuisson, les bananiers à fruits comestibles sont classés en bananier sucré, dessert ou de table et en bananier à cuire.

Ces deux groupes se distinguent notamment par le fait qu'à la maturation, l'hydrolyse de l'amidon en sucre est lente chez la banane à cuire et est rapide chez la banane sucrée.

#### IV.5. Ecologie

Le bananier est une plante de climat tropical humide. C'est ainsi que dans son aire de culture qui s'étend du 30° Nord au 30° Sud, il ne se retrouve que dans les régions forestières principalement. Cependant, grâce à l'irrigation, sa culture peut être étendue dans les régions arides comme dans le cas de l'Israël.

La température optimale est de 27 °C. Le bananier ne supporte pas le froid, c'est ainsi qu'on constate des faibles rendements à des altitudes supérieures à 500 m. Mais, les températures excessives peuvent

provoquer des brûlures sur les feuilles. Un des facteurs limitant de la production bananière est l'eau. En effet, cette plante a des besoins en eau très élevés en relation avec la grandeur de ses feuilles.

Les rendements les plus élevés sont obtenus dans les régions où il tombe 2000 à 2500 mm d'eau par an, à condition que cette pluviosité soit bien répartie au cours de l'année avec au moins 25 mm d'eau par semaine. Lorsque le bananier est cultivé dans des zones à saison sèche marquée, on remarque une forte baisse de la production pendant la saison sèche, sauf si le champ est situé dans le bas fond. Ce genre de terrain est donc à préférer pour la culture de bananier.

Le bananier est une plante héliophile. Sous ombrage, des plants filent et la production est faible. Le bananier craint le vent violent. La verse pose en effet des dégâts énormes au bananier. Pour en réduire l'intensité, il faudrait installer la bananeraie dans un endroit abrité, si non il faut absolument tuteur les plants. Le vent (faible) provoque souvent la déchirure des feuilles réduisant ainsi la capacité photosynthétique et donc le rendement. Le bananier est une plante très exigeante en ce qui concerne la fertilité du sol. Il demande un sol riche en éléments minéraux et en matières organiques.

La richesse du sol en humus est l'un des facteurs déterminants de la production du bananier. Ainsi, les sols forestiers lui conviennent particulièrement. D'où les effets bénéfiques du paillage. Quant aux propriétés physiques du sol, le bananier demande un sol léger bien drainé et profond.

Le cycle végétatif varie de 8 à 18 mois suivant les cultivars et les conditions de culture. Les bananiers géants ont généralement une durée de végétation plus longue que les bananiers nains ou moyens. La reprise de rejets a lieu deux à quatre semaines après la plantation, et la floraison après 5 à 13 mois. La maturation du régime se fait en 3 à 4 mois.

#### **IV.6. Culture**

Le plantain est le plus souvent cultivé en association avec d'autres cultures vivrières comme le manioc, le maïs, le riz et le taro. Les cultures industrielles de bananier de table (gros Michel, cavendish) sont généralement des cultures pures. Il est difficile de situer le bananier dans une rotation, placé au début ou au milieu, il occupe trop longtemps le sol. On ne peut donc le cultiver qu'en fin de rotation lorsque le sol est épuisé et cela pose des problèmes de fertilité car c'est une culture très exigeante.

Les travaux de préparation comprennent le piquetage et la trouaison. On fait les trous de 30 cm x 30 cm x 30 cm, aux écartements de 3 m x 2 m. Il est recommandé d'ajouter du fumier, du compost ou de la cendre de bois après la plantation ou dans le trou de plantation. La propagation du bananier se fait par rejetonnage. Ce mode de multiplication présente les caractéristiques suivantes :

1. La lenteur : le nombre de rejet par plante étant limité (dépasse rarement 5 et même 3 pour le plantain) il en résulte donc des difficultés de trouver un grand nombre de rejets (à la fois constitue une difficulté majeure) lors de l'installation d'un premier Champ.
2. L'hétérogénéité du matériel de propagation : elle permet d'avoir une récolte échelonnée.
3. Le matériel de propagation est lourd et volumineux : son transport est par conséquent coûteux.

Le matériel de propagation comprend :

- les rejets (à feuille en écaille)
- les rejets épais à feuilles lancéolée (rejets ballonnets)
- les rejets adultes (à feuilles larges mais de moindre valeur) et de
- fragment de bulbes comportant au moins un œil.

Les faux rejets (à petits bulbes et à feuilles larges sont à rejeter). La plantation se fait au début de la saison de pluies. Il est recommandé actuellement que le rejet soit pelé et même traité avec un insecticide et le laisser ressuyer pendant 3 jours au moins.

L'entretien comporte :

1. Le regarnissage de vides 1 mois après la plantation.
2. Le paillage: cette technique est très bénéfique en culture bananière.
3. Le sarclage manuel.
4. L'œilletonnage consiste à éliminer ou détruire certains rejets car la croissance d'un nombre excessif de rejets diminue le rendement en régime. Cette opération se fait à la floraison et doit être menée avec beaucoup de soins pour éviter d'endommager la plante mère. On laisse ainsi 1 ou 2 rejets par pied pour les récoltes futures.
5. Le tuteurage : se pratique normalement après la floraison. On utilise à cet effet soit des bambous soit d'autres sticks.
6. L'irrigation : comme elle se pratique en Israël, on apporte 150 à 200 mm d'eau par mois.

Des analyses annuelles du complexe d'échange du sol sont nécessaires pour garantir un équilibre optimal des apports en éléments majeurs du bananier. L'emploi de fumure organique (compost, paillage) n'est limité que par son coût, les résultats étant généralement excellents, y compris en culture fertilisée.

L'azote doit être apporté à raison de 100 à 150 g par plante, avec fractionnement. Sur des sols pauvres en potassium, 200 à 500 g de K<sub>2</sub>O devront également être apportés de façon fractionnée, et 500 g par pied de chaux magnésienne si les sols sont acides, désaturés et sujets à lixiviation. Les apports d'oligo-éléments sont pratiqués sur symptômes de carence ou déficience révélée par analyse foliaire. La fumure perd beaucoup d'efficacité dans le cas de fortes atteintes de nématodes ou de charançons.

Il n'existe pas un signe précis du moment de la maturité. Généralement, il est recommandé de récolter lorsqu'un doigt a muri sur le pied. La récolte du plantain s'effectue le mieux à maturité complète c'est-à-dire lorsque le fruit est bien plein et que les feuilles sont desséchées. Quant aux bananes de table consommées sur place, elles sont souvent récoltées à maturité complète, tandis que celles destinées à l'exportation sont récoltées avant maturité complète par exemple à  $\frac{3}{4}$  plein (80 jours après la sortie de l'inflorescence).

A la récolte, il faut éviter d'endommager le régime par le choc lors de sa chute. On coupe donc le stipe (faux tronc) à une certaine hauteur de telle façon que le régime ne s'écrase pas à terre. Le rendement varie avec la densité de plantation (nombre de régime par ha), le cultivar (poids de régime) et les conditions de culture. Ainsi, à la densité de 1667 pieds par ha (3 m x 2 m) avec un pied moyen du régime de 10 kg, on obtient un rendement de 16 tonnes par ha.

En RDC, le rendement moyen de plantain varie autour de 5 tonnes par ha. Avec les hybrides actuellement mis au point, on peut atteindre 40 tonnes par ha (en station). La durée d'une bananeraie est très variable selon les types de sol, le cultivar utilisé et les méthodes culturales notamment l'entretien. En ce qui concerne le sol, le niveau de fertilité est déterminant. Ainsi, en Afrique, le plantain ne produit généralement que pendant 2 à 3 ans en champs ; alors que sur le sol volcanique d'Amérique du Sud, des champs de 20 à 30 ans sont communs. Cette durée de 20 à 30 ans est similaire à celle qu'on observe en Afrique sous culture de cases où la durée peut atteindre 25 ans. Le cultivar agit par ses exigences minérales, sa capacité de rejetonnage et sa susceptibilité aux parasites.

Il reste cependant qu'en Afrique, un des grands problèmes de la culture des plantains est le déclin rapide de rendement dont les causes sont multiples : la baisse de la fertilité du sol, l'attaque par des parasites et insectes, les maladies et l'absence d'entretiens. On évoque l'installation d'un parasitisme important principalement dû aux charançons (*cosmopolites sordidus*) et aux nématodes. L'appauvrissement général du sol et le mode de rejetonnage associé à la nature de la plante (déchaussement) ne permettent plus après une longue période, un ancrage de plantes de bananier.

#### **IV.7. La production actuelle et les perspectives**

La production mondiale des bananes est de 88 millions de tonnes par an. Elle progresse lentement au rythme de 2 % environ par an. Cette production se répartit sur les cinq continents : un peu moins de 30 Mt en Amérique, Afrique et Asie, 1 Mt en Océanie et 500.000 t en Europe. Les cinq premiers pays producteurs sont, par ordre décroissant : l'Inde (11 Mt), l'Ouganda (10 Mt), le Brésil (5,6 Mt), l'Equateur (5,5 Mt) et la Colombie (5,3 Mt).

La production est presque exclusivement destinée aux consommations locales pour les trois premiers pays, principalement orientée vers le marché intérieur en Colombie alors qu'elle est majoritairement exportée pour l'Equateur. Ces productions reposent sur des variétés différentes selon ces pays : les bananes du groupe Cavendish sont les premières variétés produites en Inde et Equateur alors que ce sont les bananes à cuire et à bière (groupe *Lujugira*) en Ouganda, les bananes sucré-acidulées (groupes *Pome* et *Figue-Pomme*) au Brésil et les plantains en Colombie.

Le commerce international de banane dessert repose exclusivement sur les variétés de Cavendish. Il est évalué à près de 13 millions de tonnes/an. L'Equateur, le Costa Rica et la Colombie détiennent plus de 60 % de l'offre. Près de 60 % des échanges mondiaux sont le fait de trois sociétés transnationales : *Del Monte*, *Chiquita*, *Dole*. L'Union européenne et les Etats-Unis consomment chacun quatre millions de tonnes de banane.

Ces filières font intervenir de multiples opérateurs : transporteurs, importateurs, mûrisseurs, distributeurs. Dans un contexte actuel de surproduction et de forte compétition entre grandes zones de production, les perspectives d'évolution du marché de la banane sont liées à la réforme par l'Union européenne de l'Organisation commune des marchés et à la conformité de cette réglementation vis-à-vis de l'Organisation mondiale du commerce. En parallèle, la Colombie, l'Equateur et le Costa-Rica alimentent les filières en pleine croissance d'exportation de plantain (300.000 tonnes/an) vers les marchés nord-américains et européens. On y différencie les produits frais et les produits transformés : plantain pré-cuit, chips...

Les autres bananes (75 Mt de bananes desserts, plantains, autres bananes à cuire et à bière) sont traditionnellement auto-consommées mais tendent de plus en plus à approvisionner, en frais et transformées, les marchés urbains locaux en pleine croissance, avec des contraintes qualitatives spécifiques.

## **Chapitre 5 : LA CANNE A SUCRE**

### **V.1. INTRODUCTION**

La canne à sucre représente la principale source mondiale du sucre. Elle est suivie par la betterave sucrière cultivée dans les régions tempérées. Les principaux pays producteurs sont: Le Cuba, le Brésil, l'Inde, l'Australie, le Mexique, l'Afrique du Sud, les Philippines et les Etats-Unis.

La production congolaise provient à la fois du secteur traditionnel et du secteur industriel. Celui-ci comprenait 3 sucreries:

- Kwilu-Ngongo, dans le Bas-congo
- Sucraf, dans le Sud-Kivu (Kiliba)
- Yawenda à Lotokila dans la Province Orientale.

L'industrie de la canne à sucre fournit à côté du sucre, des nombreux autres produits: l'alcool, la mélasse obtenue après centrifugation du jus est une matière première dans la fabrication de certaines boissons alcoolisées. Elle est également donnée aux bétails.

## **V.2. Origine**

La canne à sucre est originaire de l'Asie méridionale. Elle a été introduite en Chine et en Arabie et de là, dans le bassin méditerranéen. Des Portugais et des Espagnols l'ont introduite en Afrique de l'Ouest au 15<sup>ème</sup> siècle. C'est de l'Angola probablement que la canne à sucre est entrée dans le Bas-Congo.

## **V.3. Morphologie**

La canne à sucre est une graminée vivace (pérenne) à croissance rapide. Dans certaines régions, on la cultive comme plante annuelle tandis que dans d'autres, sa culture est pluriannuelle. Dans ce cas, on fait deux à trois coupes après lesquelles on doit replanter parce que le rendement diminue et les plantes deviennent moins vigoureuses.

On constate comme chez les bananiers que les rejets apparaissent de plus en plus à la surface. La tige atteint 2,5 à 6 m de haut et un diamètre de 3 à 5 cm. En section, elle est circulaire ou ovale. Elle comporte un nombre variable de nœuds plus ou moins saillants portant chacun un bourgeon axillaire et de nombreuses racines primaires. Les entrenœuds mesurent 7 à 20 cm de long; les plus longs étant situés dans la partie médiane. On observe généralement un raccourcissement des entrenœuds lorsque les conditions de croissance deviennent défavorables.

La couleur de la tige est très variable selon les cultivars. Elle est verte, jaune, rougeâtre, pourpre ou noire et parfois striée. La canne à sucre talle comme les autres graminées et forme de touffes de 12 à 15 tiges dont très peu constituent les produits de récolte. Certains cultivars portent les racines adventives à certains nœuds aériens, d'où il faut butter malgré le phénomène de déchaussement déjà rencontré chez le bananier. La tige est dure grâce à une écorce très dure; elle est pleine constituée par la moelle sucrée contenant 11 à 16 % de sucrose.

La teneur en sucre varie avec les cultivars, l'âge de la plante (augmente avec l'âge mais diminue à la floraison), la portion de la tige (diminue de la base au sommet), la saison (plus élevée en saison sèche qu'en saison de pluies), les conditions de l'environnement (l'eau, lumière) et les techniques culturales (fertilisation azotée qui l'augmente).

Les feuilles sont alternes et disposées en deux rangées. Elles comprennent une gaine foliaire dont la base encercle complètement la tige. La gaine est pourvue des poils irritants (d'où la difficulté à la récolte). Le limbe est long de 1 à 2 m et large de 5 à 7 cm; il est rugueux et les bords finement dentelés et tranchant (une autre difficulté à la récolte).

La canne à sucre fleurit généralement après 8 à 24 mois. En culture cependant, la floraison n'est pas désirée. L'inflorescence souvent appelée "flèche" à la sortie est une panicule mesurant 0,5 à 1 m de long. La graine a une faible viabilité, elle n'est utilisée qu'en amélioration comme dans la plupart des monocotylés et le système racinaire fasciculé est superficiel. La majeure partie des racines se trouvent dans les 25 – 30 premiers cm du sol.

Etant donné que la propagation est végétative, le système racinaire est adventif, comme chez les bananiers, le rejet se forme de plus en plus superficiellement, ce qui diminue l'encrage, la vigueur et le rendement.

## **V.4. Classification**

Le genre *Saccharum* comprend six espèces dont deux sont sauvages et quatre cultivées. Parmi les cultivées, *Saccharum officinarum* est la plus importante. Ces nombreux cultivars sont classés selon les caractères suivants : morphologiques et physiologiques (la couleur de la tige, les cycles végétatifs), technologiques (la quantité de jus, la teneur en sucre et la teneur en fibres) et la résistance aux borers.

## **V.5. Ecologie**

La canne à sucre est une plante de régions chaudes. Son aire de culture s'étend du 35° au 35° S. Pour la reprise de boutures, la température optimale est de 32 à 38 °C. Pendant la végétation, la température moyenne doit être supérieure à 23 - 24 °C. Durant cette période, la croissance de la tige est fonction de la température. Ainsi, selon certaines expériences menées aux Iles Hawaï, en février, lorsque la température est de 21 °C, la croissance de la tige est de 15 cm. En Juillet, avec une température de 28 °C, la croissance est de 60 cm. La plante ne supporte pas cependant les températures supérieures à 38 °C.

Comme toutes les plantes tropicales, la canne à sucre craint aussi la gelée. La canne à sucre est aussi une plante de régions humides. Ses besoins en eau sont très élevés. Elle demande 1500 à 2000 mm de pluies par an. Lorsque la pluviosité est insuffisante, on doit recourir à l'irrigation. Cependant, la maturation et la récolte exigent un temps sec. Le climat idéal pour la canne à sucre doit comporter 7 à 8 mois de pluies pour la croissance de la tige et 4 à 5 mois de saison sèche pour la maturation et la récolte. La maturation se fait en effet mieux dans les conditions favorables de croissance végétative, à l'occurrence par temps sec.

La canne à sucre est typiquement héliophile, elle ne supporte pas l'ombrage, celui-ci réduisant le rendement et la teneur en sucre. Elle est une plante de jours courts. Comme il a déjà été noté, la floraison n'est pas souhaitée par les phytotechniciens car elle dissipe de l'énergie. La plante craint les vents violents, car ils causent soit le déracinement soit la verse.

La canne à sucre est une culture très exigeante en ce qui concerne la fertilité du sol. Sa culture se pratique sur des sols divers, la préférence est pour les sols alluvionnaires, limoneux ou plus ou moins argileux mais à bon drainage. Un pH neutre ou faiblement alcalin constitue l'optimum. La plante laisse sur le sol d'importants déchets qui contribuent à la bonne conservation du sol.

Le saccharose s'accumule plus tard dans la plante. Dans les tissus en croissance, il est inverti en glucose et fructose utilisées pour la croissance. Au fur et à mesure de la maturation, l'inversion diminue et le saccharose s'accumule dans les tissus.

## **V.5. Culture**

En culture paysanne, la canne à sucre est plantée en association avec d'autres cultures vivrières. La monoculture est la règle dans les plantations industrielles. La canne à sucre est plantée en continue ou en rotation avec les légumineuses qui lui servent d'engrais vert.

En culture intercalaire, le sol étant destiné à recevoir plusieurs cultures, il n'y a aucune préparation spéciale pour la canne à sucre. On se limite aux travaux d'ouverture et la plantation se fait à plat. En culture industrielle, par contre, la préparation du sol constitue une opération très laborieuse. Elle comprend en effet 3 ou 4 labours selon qu'il s'agit d'un replantage ou d'un nouveau terrain. Le premier labour est fait à 20 - 25 cm de profondeur tandis que le dernier va jusqu'à 40 à 45 cm de profondeur. Ces travaux se font pendant la saison sèche.

Sur le terrain mal drainé, la plantation se fait sur plates-bandes et dans ce cas, il faut toujours prévoir un système de drainage. Le plus souvent, la plantation se fait dans des sillons de 25 cm de profondeur et d'environ 40 cm de long, distants de 90 à 120 cm. L'écartement augmente avec la durée de végétation et le nombre de récolte prévu avant le replantage.

Le labour incorpore au sol les déchets de la culture précédente, feuilles et sommets ainsi que les déchets de l'usage comme la bagasse. Ces mêmes déchets peuvent également être utilisés pour préparer du compost lequel peut être rependu dans les sillons de culture. La propagation de la canne à sucre se fait par bouturage. Les boutures sont prélevées sur les plants sains, en particulier non attaqués

par les borers et doivent être bien vigoureux. Elles doivent provenir d'un champ de 1<sup>ère</sup> année car les boutures de repousses sont moins vigoureuses et il faut en plus les prélever avant la floraison.

Sur des cannes à sucre mûres, les meilleures boutures sont comme chez la patate douce; celles de tête, on les appelle "**bouts-blancs**". On en prélève deux à trois de 30 à 40 cm par tige. L'emploi des bouts-blancs comme matériels de propagation permet d'utiliser un matériel qui n'entre pas dans la fabrication du sucre. Après la récolte, on doit conserver les bouts-blancs jusqu'à la plantation de telle manière à éviter leur enracinement. Les boutures peuvent aussi provenir de pépinières, dans ce cas, on coupe la tige à un stade plus jeune de 5 à 7 mois, ce qui permet d'utiliser toute la tige comme source de boutures. Il faut prévoir, dans ce cas, 1 ha de pépinière pour 6 à 7 ha de plantation. Les boutures doivent être débarrassées de gaines foliaires et doivent compter 3 nœuds au moins. Les boutures ainsi préparées, sont disposées bout à bout dans le bord du sillon. On veille à ce que les yeux soient placés sur le côté et non en haut ou en bas. Les boutures sont ensuite recouvertes de 2 à 5 cm de terre. La plantation est normalement faite au début de la saison des pluies. Dans ce cas, on doit d'abord attendre qu'il tombe 100 mm de pluies environ.

L'entretien comprend plusieurs sarclages et binages. Ceux-ci ont pour but de combler les sillons la 1<sup>ère</sup> année. Au cours de la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> année, on butte la culture. La canne à sucre répond bien aux engrais principalement azotés. **Les fourchettes des fumures apportées** varient largement :

- ✓ Pour l'azote : entre 50 et 250 kg de N par ha et par an ;
- ✓ Pour le phosphore : entre 40 et 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par ha et par an ;
- ✓ Pour le potassium : entre 80 et 240 kg de K<sub>2</sub>O par ha et par an.

La maturité de la canne à sucre se manifeste par le jaunissement des feuilles près du sommet et par le gonflement des yeux. Mais le critère le plus sûr reste la détermination de la teneur en saccharose et en sucre inverti. A cet effet, on analyse les cannes tous les 7 à 10 jours lorsque la période de la maturation approche (au laboratoire par les échantillons prélevés dans différents endroits de la plantation).

La récolte commence par l'effeuillage. Celui-ci se fait par la machette ou le feu. Le feu est sans doute une méthode simple mais il détruit la matière organique. Ensuite, on enlève le bout-blanc puis, on les lie en bottes qui sont acheminées vers l'usine. La récolte de la canne à sucre peut aussi être mécanique. ***L'usinage des tiges doit se faire aussi rapidement que possible après la récolte car tout retard entraîne l'inversion du saccharose en sucres simples.***

Les rendements à l'usinage varient avec les régions et le niveau technique des installations. En général, 100 kg de cannes produisent 9 à 13 kg de sucre. Les rendements en sucre à l'hectare sont de 14 tonnes en Porto-rico, 10 à 12 tonnes à Java, 6 tonnes à Kwilu-Ngongo.

## **V.6. Récolte et opérations post-récolte**

Par sa durée et par les moyens humains et matériels mis en œuvre, la récolte (ou campagne ou coupe) est la phase principale de la culture. Elle met en jeu des intérêts parfois contradictoires entre usine (approvisionnement constant avec des cannes riches, les plus fraîches et les plus propres possible) et producteurs (rémunération maximale, disponibilité de la main-d'œuvre et du transport, temps d'attente à l'usine).

La canne est un produit périssable qui devrait être broyé moins de deux jours après la coupe en paille (une journée après une coupe en brûlé). De la part du producteur, la récolte exige une préparation soignée comprenant la gestion de la maturation et la prévision des richesses, l'estimation des tonnages, la préparation des équipements et de la main d'œuvre, la prévention contre les incendies.

Le sucre s'accumule à la base de la tige. C'est pour cela que la coupe de la canne doit se faire près du sol (*coupe rase*) et éliminer le bout blanc, beaucoup moins riche en sucre. Les coupeurs accumulent sur un andain, avec ou sans épillage, les cannes de plusieurs lignes. La récolte à la machine se

développe rapidement dans certaines régions. Les machines sont soit du type *coupeuses-andaineuses*, soit du type *coupeuses-tronçonneuses-chargeuses*. Le chargement mécanique tend à se généraliser du fait de la grande pénibilité du chargement manuel.

Le transport des cannes à l'usine est une opération où les aspects organisationnels sont déterminants, en particulier sur les coûts. En cas de récolte à la machine en tronçonné, le transport direct à l'usine par remorque, camion ou conteneur est la règle. Dans les autres cas, il y a souvent rupture de charge à cause du passage en centre de transfert, qui permet regroupement et pesée.

La part de la canne dans la production de sucre est croissante. Les cours mondiaux du sucre sont déprimés du fait d'une surproduction structurelle et de la concurrence des édulcorants. La part des échanges, hors de zones conventionnées et protégées, reste faible mais peut s'accroître avec la libéralisation générale des marchés.

## Chapitre 6 : LE COTONNIER

### VI.1. Introduction

Le cotonnier constitue une culture dont le produit utile représente la matière première textile dans le monde. A la fin du 18<sup>ème</sup> siècle, il ne fournissait que 4% de produits textiles contre 78% pour la laine.

En 1924 – 1928, sa contribution en matières textiles était passée à 84 %. Cependant, depuis la 2<sup>ème</sup> guerre mondiale, le coton a subi la concurrence de fibres synthétiques. Les principaux pays producteurs sont les Etats-Unis, la Chine, l'ancienne Union Soviétique et l'Inde. Jusqu'en 1960 notre pays était le 4<sup>ème</sup> producteur du coton africain.

La production congolaise du coton provient de deux zones principales situées de part et d'autre de l'Equateur : la zone cotonnière Nord comprenant l'Ubangi et l'Uélé, et la zone cotonnière Sud comprenant le Sankuru, le Maniema et la Ruzizi.

Le principal produit du cotonnier *reste la fibre*. En plus, il donne d'autres produits parmi lesquels:

1. **Le Linter**: c'est le duvet qui recouvre les graines. Il représente 6 à 7 % du poids du coton graine. (Une tonne de coton graine en produit 58 kg). Il est utilisé dans la fabrication des toiles, tapis, couvertures, ouates, etc. Il fournit aussi la cellulose employée comme matière première dans la fabrication de fibres synthétiques.
2. **L'huile de coton**: la graine contient 16 % d'huile (1 tonne de coton graine produit 165 kg d'huile). Celle-ci est une huile alimentaire, elle sert aussi à la préparation de la margarine. L'huile de faible qualité est employée dans la savonnerie et dans la fabrication de lubrifiant. Actuellement, elle est aussi utilisée comme biocarburant. Le coton constitue la 4<sup>ème</sup> source mondiale d'huile végétale après le soja, le tournesol et l'arachide.
3. **Le tourteau**: il représente 40 % du poids du coton graine (une tonne de coton graine peut donner 350 à 400 kg de tourteau). Il est riche en protéine et est donné aux bétails. Le tourteau de qualité médiocre est utilisé comme engrais. Par sa richesse en protéine, il pourrait constituer une source appréciable de protéine pour l'homme. Mais, il ne peut être consommé comme tel parce qu'il contient un principe toxique "le gossypol" qui doit être éliminé avant toute consommation. Le tourteau de coton est la 2<sup>ème</sup> source mondiale de tourteau après le soja.
4. **Les Coques**: elles servent à la fabrication de la cellulose, de papiers, de cartons, de dynamites. Elles peuvent aussi être utilisées comme engrais ou combustibles.

## VI.2. Origine

Le cotonnier est une plante qui semble avoir plusieurs centres d'origine. On distingue en effet:

1. Le cotonnier de l'ancien monde: originaire d'Indochine et d'Afrique tropicale: *Gossypium arboreum* qu'on retrouve en Inde, Malaisie et Soudan et *Gossypium herbaceum* d'Asie du Sud.
2. Le cotonnier du nouveau monde: originaire d'Amérique centrale et méridionale: *Gossypium hirsutum* originaire du Mexique méridional et *Gossypium barbadense*, probablement originaire de l'Ouest de la Colombie.

## VI.3. Morphologie

Ici, il sera question surtout de l'espèce cultivée en RDC, *Gossypium hirsutum*. Le cotonnier est un arbrisseau annuel (il existe des cotonniers vivaces), dont la taille varie entre 1 et 1,5 m. Les espèces arborescentes atteignent jusqu'à 4 - 7 m. La plante comporte une tige principale monopodiale et un nombre variable de branches latérales dont certaines sont végétatives et d'autres fructifères.

Comme la tige principale, les branches végétatives sont monopodiales, tandis que les fructifères ont une structure sympodiale. Les premières apparaissent aux nœuds inférieurs et leur nombre varie de 0 à 4 en fonction du climat (l'eau favorise la formation des branches végétatives), du sol (en sol fertile, plus de branches végétatives sont formées) et de la photopériode (le nombre de branches végétatives augmente lorsqu'une variété de jours courts est placée en jours longs). Les branches fructifères apparaissent aux nœuds supérieurs ou sur des branches végétatives.

A l'aisselle de chaque feuille, on remarque la présence de deux à trois bourgeons. Un bourgeon axillaire vrai et un bourgeon extra-axillaire ou bourgeon latéral. Le premier se développe en branches végétatives tandis que le second forme les rameaux fructifères. Les feuilles sont larges, glabres ou pubescentes et simples comportant 3 à 7 lobes. Les fleurs sont isolées et terminales, contrairement à ce que la structure sympodiale des branches fructifères pourrait faire penser (elles ne sont pas axillaires). Chaque branche fructifère porte 6 à 8 fleurs. La chute des jeunes capsules est très importante chez les cotonniers où environ 40 % de capsules tombent. Mais, son incidence peut être accrue par des conditions de croissance défavorables, notamment des carences minérales, la sécheresse, les attaques de maladies et l'ombrage.

Le fruit est une capsule sphérique ou ovoïde déhiscente à maturité. Il comporte 5 loges et plus ou moins 9 graines par loge. Le poids de 100 graines varie de 10 à 13 gr. La graine est recouverte par deux sortes de poils: des poils courts formant un duvet, le **linter** et des poils plus longs qui sont les **fibres**. Les **fibres** mesurent 10 à 50 mm de long selon les variétés tandis que le **linter** a une longueur de 2 à 4 mm. Le diamètre de poils varie de 20 à 30  $\mu$ . Les fibres et le linter sont des extensions de cellules de l'épiderme de la coque. Ils sont constitués d'une membrane primaire, ciro-pecto-cellulosique, à l'intérieur de laquelle se forme une membrane secondaire cellulosique et comprenant 3 couches: externe, moyenne et interne. Les différentes couches de cellulose ont une structure fibrillaire spirale.

La croissance de la fibre comprend une phase d'élongation qui dure 18 jours à partir de l'anthèse et une phase de croissance dont la durée est d'environ 3 semaines. Les principales caractéristiques technologiques déterminant la qualité de la fibre sont:

- la longueur,
- la maturité (épaisseur de paroi),
- la finesse (longueur / diamètre): caractéristique variétale, mais influencée par les conditions de culture. Il est difficile de la dissocier de la maturité,
- *la ténacité*: caractère important car de lui dépend majoritairement la résistance des fils et des textiles,

- *micronaire* : paramètre qualitatif qui mesure le complexe maturité/finesse, la ténacité (résistance à la rupture) et l'allongement (élasticité),
- *le grade* : qui se décompose en trois caractéristiques : la couleur, le taux de matières étrangères et la préparation (évaluation de l'importance de l'enchevêtrement indésirable des fibres),
- *les contaminants* : collage dû à la présence de sucres d'origine physiologique ou entomologique dans la fibre et débris de coques de la graine.

Le système racinaire comprend un pivot profond et de nombreuses racines latérales généralement assez superficielles.

#### VI.4. Classification

Le cotonnier appartient à la famille de Malvaceae. Le genre *Gossypium* comprend une trentaine d'espèces que l'on classe généralement en 3 groupes:

- Les cotonniers sauvages sans fibre: ils sont diploïdes
- Les cotonniers cultivés (à fibres) de l'ancien monde : ils sont ainsi diploïdes et ont des courtes fibres (14 à 25 mm)
- Les cotonniers cultivés (à fibres) du nouveau monde : ils sont tétraploïdes et à longues fibres (20 à 55 mm).

Dans le 2<sup>ème</sup> groupe, les principales espèces cultivées sont: *Gossypium herbaceum* et *Gossypium arboreum*; tandis que dans le 3<sup>ème</sup> groupe, on a *Gossypium hirsutum* et *Gossypium barbadense*.

- ***Gossypium hirsutum*** : Il est aussi appelé cotonnier hirsute ou cotonnier upland (d'altitude). Il s'agit soit d'arbuste ou arbrisseau pérenne soit de sous arbustes annuels. Les fibres sont de longueur moyenne de 20 à 30 mm. Comme déjà noté, la plupart des cotonniers cultivés en RDC appartiennent à cette espèce.
- ***Gossypium barbadense*** : C'est le cotonnier de barbades (des Iles) ou cotonnier *Sea Island* ou Egyptien. Ce sont des arbustes pérennes ou des arbrisseaux annuels de 1 à 3 m de haut. Les fibres sont longues de 20 à 50 mm.

#### VI.5. Ecologie

Les cotonniers sauvages sont des plantes tropicales ou subtropicales. Cependant, l'aire de culture du cotonnier s'étend jusque dans les régions tempérées à été chaud. Dans le nouveau monde, sa culture se pratique du 37° Nord au 32° Sud et du 47° Nord au 30° Sud dans l'ancien monde. Le cotonnier est une plante de saison chaude. Durant la saison culturale, la température moyenne ne doit pas descendre en dessous de 16 °C. C'est ainsi que sa culture ne dépasse pas 2000 m d'altitude. ***Les températures basses stimulent la formation des branches végétatives et allongent la durée de végétation. Les températures excessives produisent les effets contraires. La formation des branches fructifères est aussi favorisée par des journées fraîches et des nuits chaudes.***

En ce qui concerne la lumière, le cotonnier produit les meilleurs rendements en climat ensoleillé. L'ombrage et la réduction de l'intensité lumineuse provoqués par un temps couvert par d'autres plantes ou par un semis trop dense, entraîne les conséquences suivantes :

- la stimulation de la croissance végétative et la réduction de la production,
- l'allongement du cycle de développement (cycle végétatif),
- l'accroissement de l'importance du "Shedding".

Les cotonniers pérennes sont généralement des plantes de jours courts tandis que les espèces annuelles sont indifférentes à la photopériode. La quantité d'eau et sa répartition constituent les éléments importants de la culture du cotonnier. Dans les régions arides comme par exemple en Egypte et au Soudan, on compense le peu de pluies par l'irrigation. On estime que 600 à 800 mm de pluies pendant

5 à 6 mois constituent l'optimum pour la culture, mais grâce à son enracinement profond, le cotonnier possède une bonne résistance à la sécheresse. Un excès de pluies à la nouaison accroît le shedding.

Il semble que ce phénomène soit la conséquence de la réduction de l'intensité lumineuse plutôt qu'un effet direct de la pluie sur les fleurs. Il est probable que l'action de la lumière sur le shedding passe par la régulation de la balance hormonale plutôt que par un effet sur la photosynthèse. La croissance de capsules demande par contre beaucoup d'eau. Cependant, la maturation de la fibre et la récolte exige un temps parfaitement sec.

Le cotonnier est généralement considéré comme une plante peu exigeante en ce qui concerne la fertilité du sol, mais il est très exigeant quant à l'humidité et les caractéristiques physiques du sol. Celui-ci doit avoir une bonne structure et être suffisamment perméable. C'est ainsi que les sols sablo-argileux et les sols alluvionnaires lui conviennent parfaitement.

En outre, le sol doit être assez riche en matières organiques. Un excès d'azote stimule la croissance végétative, retarde la floraison et augmente le shedding. Cependant, le cotonnier a de besoins élevés en azote durant le 1<sup>er</sup> stade de la croissance. Le cycle végétatif varie de 4 à 7 mois. La levée commence 4 à 5 jours après le semis et est complète une semaine après. La floraison débute 8 à 10 semaines après le semis et dure 2 à 3 mois. Le développement et la maturation de capsules nécessitent 45 à 65 jours.

## **VI.5. Culture**

En général, le cotonnier est cultivé à l'état pur de façon continue ou en rotation avec d'autres plantes annuelles comme le maïs, l'arachide, le riz ou le manioc. La place du cotonnier dans la rotation dépend de la végétation naturelle et de la fertilité du sol. En effet, en forêt ou sur sol très fertile, le cotonnier ne vient jamais en tête de rotation, car ces conditions favorisent un développement végétatif au détriment des fruits. Le cotonnier demande un sol bien préparé et lors que le labour ou l'ameublissement du sol en savane surtout est réalisé, le semis peut être précédé d'un billonnage. Les graines de cotonnier traversent généralement une période de dormance après leur récolte. La densité de plantation est comme on le sait, en fonction des écartements et du nombre de graines par poquet.

En RDC, on sème à 60 – 100 cm x 20 – 40 cm à raison de 4 à 7 graines par poquet. Ce qui nécessite 20 à 30 kg de semences par hectare. En culture mécanisée, les écartements sont généralement beaucoup plus grands; ils peuvent être de 100 cm x 20 cm. La profondeur de semis varie de 2,5 à 7,5 cm. Le semis peut être retardé en vue de faire coïncider l'époque de l'ouverture des capsules avec la saison sèche.

Les apports d'azote sous forme d'engrais minéraux varient de 40 à 100 kg N/ha, ils doivent être raisonnés en fonction de la richesse organique du sol et de l'objectif de production. Ces apports sont en général fractionnés : un apport lors de la préparation du sol, un apport peu avant la floraison. L'azote favorise le développement des organes végétatifs de la plante, supports ultérieurs de la fructification. Un apport trop tardif peut contrarier la mise à fruit et provoquer un allongement du cycle. La plupart des sols des savanes cotonnières d'Afrique sont naturellement carencés en P, que le soufre y est très souvent bloqué sous forme organique lors de leur mise en culture et que les conséquences d'une déficience en bore sont trop importantes pour prendre le risque de ne pas introduire ces éléments dans les apports minéraux. Aussi, les *engrais coton* sont généralement riches en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et ils contiennent très souvent du soufre et du bore.

La fertilisation organique est importante : apports d'azote et de potassium, équilibre biologique et maintien de la structure des sols. Elle correspond essentiellement à des apports de fumier, de compost ou de terre de parc. Les engrais verts et les cultures améliorantes ne sont que rarement pratiqués.

L'entretien de la culture comprend:

- le regarnissage des vides,

- le démariage,
- le buttage,
- le sarclage.

La récolte a lieu quand les capsules laissent apparaître les cotons (s'ouvrent). Lorsque la récolte est mécanisée, elle est d'abord précédée par la défoliation des plantes. La récolte doit se faire dès que le Coton est sec et se détache facilement de la capsule car le coton a souvent tendance à tomber par terre. On doit aussi récolter par temps sec et pendant la récolte, il faut éviter de mélanger au coton, les morceaux de feuilles, de capsules ou de tiges. La maturation du coton est étalée, ainsi, on doit récolter par plusieurs passages.

Après la récolte, on conseille de déterrer et brûler les plantes en vue de minimiser les attaques des maladies et insectes sur les cultures suivantes. En RDC, le rendement en coton graines est de 200 à 900 kg par ha avec une moyenne de 350 kg. Le pourcentage de fibre dans le coton graine est d'environ 35 %.

#### **VI.6. Egrenage et classement**

L'égrenage consiste à séparer la fibre des graines qui les portent. Cette opération met en œuvre une série d'opérations réalisées par des machines différentes : nettoyeur de coton-graine, tour de séchage, humidificateur, égreneuse (sépare la fibre de la graine), nettoyeur de fibre, presse à balle (pour compacter la matière sous forme de balle d'environ 225 kg).

Il existe deux types d'égreneuses :

- *égreneuse à rouleau* : réservée aux fibres longues à extra-longues ;
- *égreneuses à scies* : elles sont plus productives et sont utilisées pour tous les autres cotons.

Lors du pressage des balles, des échantillons de fibres sont prélevés, pour une caractérisation de leur qualité dans des laboratoires d'analyse, afin de regrouper les balles de qualité comparable par lots. Chacun des lots est susceptible de recevoir des primes ou des décotes financières, en fonction de sa qualité lors de sa mise en vente sur le marché.

#### **VI.7. Production actuelle et perspectives**

Après avoir progressé régulièrement pendant des décennies, la production mondiale de fibre est restée relativement stable (environ 19 millions de tonnes) depuis dix ans. De même, la superficie totale consacrée à la culture cotonnière s'est stabilisée entre 30 et 35 millions d'hectares. Les deux tiers de cette superficie sont concentrés dans quelques pays : Inde (28 %), Etats Unis (13 %), Chine (13 %), Pakistan (10 %) et Ouzbekistan (5 %), qui sont les cinq principaux pays producteurs. Plus de 60 autres pays sur les cinq continents sont producteurs de coton.

Les échanges de coton sur les marchés mondiaux concernent chaque année 5 à 6 millions de tonnes de fibre. Les Etats-Unis sont les premiers exportateurs du monde, suivis de l'Ouzbekistan et des pays d'Afrique francophone. Les meilleurs rendements du monde sont obtenus sous irrigation, dans des systèmes intensifs comme en Israël (1 475 kg/ha de fibre) et en Australie (1 350 kg/ha de fibre). En culture pluviale, les sols volcaniques de l'Amérique centrale sont les seuls qui permettent d'atteindre la tonne de coton-fibre par hectare. La moyenne mondiale est de 544 kg/ha en 1998-99. Les rendements en Afrique de l'Ouest dépassent aujourd'hui 500 kg de fibre/ha.

Culture de rente pour les petits paysans, fournissant une matière première industrielle stratégique, la culture du cotonnier a souvent été soutenue par les pouvoirs publics. Dans le contexte de libéralisation mondiale de l'économie, cette aide de l'Etat a progressivement disparu au cours de la décennie 90 (suppression des subventions, privatisation des filières parapubliques, réorganisation de

l'encadrement). Cette évolution a eu pour conséquence de diminuer l'attrait économique de la culture et d'inciter les paysans à moins recourir aux intrants.

## **Chapitre 7 : LE TABAC**

### **VII.1. Introduction**

Le tabac est originaire principalement des Amériques (Nord et Sud), mais une espèce est originaire d'Australie et une autre a été découverte en Afrique. La feuille contient des alcaloïdes dont principalement la nicotine, excitant des systèmes cardiovasculaire et nerveux central.

Au cours des dernières années, il s'est développé dans les pays occidentaux, principalement, une forte campagne anti-tabac depuis qu'il est établi que le tabac est impliqué dans le cancer de poumon.

La principale forme de consommation du tabac est la cigarette; d'autres formes sont:

- le cigare,
- la pipe,
- le tabac à priser et
- le tabac à mâché.

Dans le temps, on en extrayait la nicotine qui était employée comme insecticide ou comme source d'acide nicotinique.

### **VII.2. Morphologie**

Le tabac est une plante herbacée annuelle qui atteint 1 à 3 m de haut selon les variétés. La tige érigée comporte certains rejets qu'on peut éliminer pendant l'entretien. La tige est épaisse quelque peu ligneuse à la base, et porte des feuilles alternes, sessiles, simples ovales ou pointues et velues. Elles peuvent atteindre jusqu'à 60 cm de long et 30 cm de large pour les variétés généralement cultivées en milieux tempérés.

Chez les variétés à croissance indéterminée, on peut compter jusqu'à 100 feuilles par plante (type Mammoth). L'inflorescence est une panicule terminale pouvant porter jusqu'à 150 fleurs de couleur variant du blanc au rouge. L'autogamie est la règle chez le tabac, mais à cause des abeilles et autres insectes, on peut atteindre 4 % de pollinisation croisée. Le fruit est une capsule déhiscence contenant des nombreux petits grains.

### **VII.3. Ecologie**

Le tabac est une plante cosmopolite, pouvant s'adapter à tous les climats et tous les sols. Les conditions écologiques déterminent tout de même, la qualité du produit et son mode d'utilisation. Elles affectent la croissance de la plante, l'aspect et la composition de feuilles ainsi que l'arôme du tabac.

Les produits de meilleure qualité sont obtenus en climat chaud et humide. La germination requiert de températures élevées de 25 à 30 °C. Durant la croissance végétative, le rendement le plus élevé et les meilleures qualités du produit sont obtenus à des températures moyennes de 23 à 24 °C. Les pluies doivent être abondantes pendant la végétation en vue d'une production élevée. Cependant, la maturation et la récolte demandent un temps moins humide.

Un excès d'humidité augmente l'incidence de maladies et produit des feuilles bien développées mais fines et légères. Une période de sécheresse réduit la qualité des feuilles, augmente cependant la teneur

en nicotine et diminue celle en potassium et en sucre soluble. Une teneur élevée en potassium et en sucre conditionnent une bonne combustion et une bonne qualité de la cendre.

***Le tabac est une plante susceptible à la pollution de l'air, une forte concentration en  $O_3$  par exemple décolore le bord des feuilles et provoque l'apparition de taches sur les feuilles.*** La culture du tabac se fait sur les sols les plus variés possibles, mais la qualité peut être fortement affectée par ces conditions édaphiques de la culture. Ainsi, en sol léger, les feuilles sont claires, fines, pauvres en nicotine et d'arôme peu marqué. Les sols argileux quant à eux produisent les tabacs à petites feuilles, épaisses, sombres, riches en nicotine et d'arôme fort, mais pauvre en potasse. ***Quel que soit le type de sol, il doit être bien drainé, frais et riche en potasse. Cet élément rend les tissus plus élastique, favorise la combustion et rend la cendre plus blanche.***

Le tabac demande un sol modérément acide dont le pH varie entre 5,5 et 6,5. Un sol alcalin favorise le développement de maladies. A chaque type de sol convient un type donné de produit. Ainsi, les sols légers conviennent mieux au tabac à cigarette, tandis que les sols lourds conviennent au tabac à pipe. Les sols lourds sont à préférer pour le tabac à sécher à la fumée et à l'air naturel. Le cycle végétatif est de 4 à 5 mois.

#### **VII.4. Culture**

Le tabac est généralement cultivé en monoculture. En rotation, on le cultive après les cultures vivrières telles que le maïs, le haricot ou le riz. On peut inclure dans la rotation, une légumineuse à enfouir dans le sol.

En général, le tabac ne vient pas en tête de rotation. Le semis se fait en pépinière ombragée. Celle-ci est établie pendant la saison sèche de telle façon que le repiquage ait lieu au début de la saison de pluie. Les plantules sont repiquées au champ soit en passant par une deuxième pépinière de repiquage.

La 1<sup>ère</sup> méthode demande moins de travail et est la plus utilisée. Pendant que les plantules se développent dans la pépinière, on procède à la préparation du terrain. La plantation peut se faire à plat ou sur billons. Le repiquage se fait au début de pluies à 90 – 120 cm x 30 – 60 cm selon les variétés. On peut aussi planter en lignes jumelées, par exemple à (1 + 0,5) m x 0,5 m, comme cela se fait à Kanyama-Kasese.

Les soins d'entretien comprennent le regarnissage des vides, le sarclage, le buttage, l'écimage et l'épamprement. L'écimage ou étêtage consiste à pincer les boutons floraux et les dernières feuilles. Cette opération augmente le poids de feuilles et leur teneur en nicotine. L'épamprement est l'enlèvement des feuilles inférieures souillées ou déchirées. A la maturité, les feuilles ont tendance à jaunir, le limbe devient fragile et la pointe se recourbe. Ceci a lieu deux à quatre mois après la mise en place.

La récolte se fait feuille par feuille ou par plante entière selon les variétés et le type de tabac. La 1<sup>ère</sup> méthode est employée pour le tabac à sécher à l'air chaud, seules les feuilles arrivées à maturité sont récoltées. La 2<sup>ème</sup> méthode est appliquée pour le tabac à sécher à l'air naturel et à la fumée. Cette méthode demande moins de travail que la 1<sup>ère</sup> mais donne un rendement et une qualité moindre du produit.

Des rendements sont variables dans les cultures paysannes. En Afrique, ils varient de 450 à 600 kg par ha de feuilles séchées. En RDC, ils sont de 800 à 1000 kg par ha tandis qu'aux USA, ils sont de 2000 à 2800 kg par ha.

#### **VII.4. Séchage et fermentation**

Le séchage (*curing*) est une des principales opérations qui a lieu après la récolte. Il entraîne la révélation d'arômes spécifiques et de couleurs caractéristiques de chaque variété de tabac. En effet, les substances aromatiques ne sont pas présentes dans le tabac vert mais apparaissent au cours des transformations de la feuille (dessiccation, fermentation), à partir de substances précurseurs d'arômes déjà présentes dans les feuilles. Après le séchage, le tabac brun subit une fermentation. Puis les tabacs sont triés (ce qui est exigeant en main-d'oeuvre) et vieillissent lors du stockage.

La fermentation concerne surtout le tabac brun. Elle permet d'assurer la conservation et d'améliorer les caractéristiques organoleptiques du tabac. Elle a lieu après le séchage et peut se faire soit naturellement en mettant les feuilles en tas, soit en salle conditionnée humide et parfois sous presse. Lors de la fermentation en tas, un échauffement spontané se produit dans les jours qui suivent la mise en tas et la température s'élève progressivement pour atteindre un palier entre 50 et 60°C. Dès que la température diminue (au bout d'un mois), on retourne le tas. Cette opération peut être répétée deux à quatre fois.

On distingue les tabacs blonds, doux, destinés principalement aux manufactures de cigarettes et les tabacs bruns plus forts et destinés à tous les usages. On peut affiner et définir cinq catégories principales qui tiennent compte du séchage, de la variété et de l'utilisation.

## **II<sup>ème</sup> Partie: LES CULTURES PERENNES**

### **Introduction**

Les plantes dites pérennes sont celles qui fleurissent plusieurs fois dans leur cycle vital, à l'opposé des plantes annuelles qui ne fleurissent qu'une seule fois, et puis meurent.

Les plantes appartenant à ce groupe ont essentiellement une structure ligneuse: ce sont des arbres ou arbustes. Leur structure arborescente a des conséquences suivantes :

1. la croissance de ces plantes est lente. Il en résulte que:
  - a. Ces plantes ont une durée végétative de plusieurs années. De ce fait, la durée d'une plantation est aussi de plusieurs années et on ne devra pas préparer le terrain chaque année comme pour les plantes annuelles. Cependant, avec le vieillissement du matériel et l'appauvrissement du sol, on doit procéder après un certain temps variable avec la plante et les conditions de culture et d'exploitation, à la régénération ou au replantage.
  - b. L'entrée en production exige aussi plusieurs années (3 à 4 ans chez le caféier par exemple).
2. Compte tenu de leur développement végétatif important, ces cultures sont plantées à grand écartement. Afin de minimiser les effets de l'érosion, les interlignes sont occupées par une plante de couverture ou par le recrû forestier.
3. Du fait que ces cultures doivent occuper le terrain pendant plusieurs années, il importe d'établir la plantation dans les meilleures conditions écologiques et économiques.
4. Etant donné que ces plantes sont maintenues sur le terrain toute l'année, il importe que les conditions climatiques soient favorables à la culture tout au long de l'année. Il en résulte que ces plantes ont une aire de distribution plus étroite que les plantes annuelles pour lesquelles 3 à 4 mois suffisent.

Les cultures pérennes (tropicales) représentent un secteur important de l'agriculture de plantation. Leurs produits sont essentiellement destinés à l'exportation et constituent ainsi, grâce aux devises qu'ils peuvent rapporter, un secteur important de la vie économique des pays tropicaux.

L'expansion de ces cultures est le résultat de l'industrialisation réalisée au 19<sup>ème</sup> siècle, d'où le fait que ce sont des cultures assez récentes, comparées aux cultures vivrières (annuelles) dont l'histoire est liée à celle de l'homme.

## Chapitre 8 : LE PALMIER A HUILE

### VIII.1. Introduction

Le palmier à huile se classe 5<sup>ème</sup> parmi les plantes oléagineuses après le soja, le tournesol, l'arachide et le coton. Il y a une vingtaine d'années, la plus grosse part de la production mondiale de produits du palmier à huile était d'origine africaine.

Actuellement, la production asiatique (Malaisie) est prépondérante. En Afrique, les principaux pays producteurs sont : - le Nigéria; - la Côte-d'Ivoire ; - le Ghana ; - le Libéria ; - l'Angola et la RDC.

A l'accession de notre pays à l'indépendance, la RDC était après le Nigéria, le 2<sup>ème</sup> producteur mondial des produits du palmier à huile, mais après l'indépendance et plus particulièrement à partir de 1972, la production congolaise a connue une baisse continue de sorte que la seule production artisanale qui nous reste aujourd'hui ne suffit plus qu'à l'autoconsommation. Cette baisse concerne tous les produits du palmier à huile, à savoir : l'huile de palme, l'huile palmiste et le tourteau des noix palmistes.

Cette situation est due aux facteurs suivants :

1. Le vieillissement des plantations existantes
2. L'absence d'une politique active en matière d'investissement
3. Le désintéressement des jeunes paysans à l'activité de la cueillette
4. L'insuffisance de l'approvisionnement des unités de production en pièces de rechanges et autres produits intermédiaires importés

### VIII.2. Morphologie

Le palmier à huile est un grand arbre stipe (tige) unique pouvant atteindre 20 à 30 m de haut. En culture, il dépasse rarement 15 à 20 m. Jusqu'à 4 à 6 ans, le jeune palmier est formé par une rosette de feuilles. La croissance du point végétatif est principalement une croissance en épaisseur dont le résultat est la formation du plateau racinaire. Ce n'est que lorsque ce plateau a atteint son diamètre maximum (20 à 60 cm) que commence la formation du tronc ou stipe.

Le bourgeon terminal a une croissance indéfinie, tandis que tous les bourgeons axillaires, à l'exception de ceux de la base, forment des inflorescences. La feuille se caractérise par ses dimensions énormes (5 à 7 m sur 1,20 m). Le pétiole fortement élargi à la base est robuste, porte les épines et représente plus ou moins le 1/4 de la longueur de la feuille. La feuille est pennée comportant 100 à 160 paires de folioles. **Au cours de sa vie, la feuille passe par 3 phases : la phase juvénile, la phase d'élongation rapide et la phase adulte.** Le palmier à huile est monoïque, mais les inflorescences sont unisexuées. Celles-ci apparaissent par une série successive. Il en résulte que le palmier à huile est allogame.

Le nombre de régimes produits annuellement est fonction du nombre de feuilles formées, de la proportion des inflorescences femelles et du taux d'avortement. **Le rapport inflorescences femelles sur le total des inflorescences (sex-ratio) dépend des facteurs héréditaires mais aussi du climat. Il y a toujours une relation négative entre le nombre et le poids des régimes.**

Comme chez la plupart des monocotylés, le système racinaire est fasciculé avec un réseau très dense des racines adventives partant du plateau racinaire ou bulbe. Bien que la majorité des racines soient superficielles, exploitant principalement les 50 premiers centimètres du sol, certaines peuvent

descendre jusqu'à 9 m de profondeur. Le système racinaire comporte les racines primaires, secondaires et tertiaires. Et à partir des racines tertiaires peuvent apparaître les quaternaires.

Le palmier à huile est capable de survivre dans l'inondation et même dans les sols humides, par exemple le long des cours d'eau, grâce à la présence d'organes respiratoires qui sont les *pneumatodes*.

### VIII.3. Classification

Le genre *Elaeis* appartient à la famille des Palmaceae ou Arecaceae, sous-famille des *Cocoïdées*. Il comprend 3 espèces:

- *E. guineensis* : le palmier à huile;
- *E. madagascariensis*: le palmier de Madagascar;
- *E. melanococca* : indigène en Amérique du Sud et caractérisé par un stipe très court.

Le palmier à huile présente une très grande hétérogénéité dans ses fruits. Deux critères servent à classer les diverses formes de fruits: la structure et la couleur.

1. Selon la structure du fruit, on distingue les trois types suivants:

- ***Dura*** : à coque épaisse et une grosse amande. C'est le plus abondant dans les palmeraies naturelles.
- ***Tenera*** : à coque mince et une petite amande. Ce type se distingue nettement de *dura* par la présence d'un anneau de fibre autour de la coque. Il se caractérise aussi par une proportion plus élevée d'inflorescences femelles, un plus grand nombre de régimes, un poids de régime plus faible et un pourcentage de fruits sur régime plus petit. Grâce à sa forte teneur en huile, ce type est le plus cultivé dans les plantations industrielles. La productivité en huile est d'environ 40 % chez *tenera* contre 25 % chez *Dura*. Le type *Tenera* constitue un hybride entre *Dura* et *Pisifera*.
- ***Pisifera*** : sans coque. Ce type est sans intérêt économique, parce qu'il présente un haut degré de stérilité. Son intérêt réside dans le fait qu'il est un des parents du type *Tenera*. Les quelques fruits formés portent de petites amandes dont le pouvoir germinatif est très faible.

2. Suivant la couleur du fruit, on distingue les types suivants:

- ***Nigrescens***: dont le fruit est noir avant la maturation; il devient rouge à maturité, le sommet du fruit restant plus ou moins noir. C'est le type le plus répandu.
- ***Virescens*** : dont le fruit est verdâtre avant la maturité, devenant rouge clair à maturité, le sommet du fruit restant verdâtre.
- ***Albescens***: fruit blanc-jaunâtre avant et après maturité; ce type ne forme pas de caroténoïdes à maturité, d'où la coloration plus claire de son huile,

### VIII.4. Ecologie

Le palmier à huile est une plante de climat chaud et humide. La température moyenne minimum ne doit pas descendre en-dessous de 18 °C, car les basses températures retardent la croissance des plantules et réduisent la production des palmeraies adultes. Il s'en suit que le palmier à huile est une plante de basse altitude.

Le palmier à huile est exigeant en ce qui concerne les pluies, à la mesure de ses grosses feuilles. La pluviométrie minimum nécessaire est de 1500 mm de pluies par an. La plupart des palmeraies de la RDC reçoivent 1500 à 1800 mm de pluies par an, ce qui les place tout juste à la limite. L'optimum des pluies est de 1800 à 2500 mm par an. Dans les régions à faible pluviosité, la production est faible, comme on l'observe en saison sèche dans les zones favorables. Ceci implique que les pluies soient

bien réparties tout au long de l'année. Cependant, des brèves sécheresses sont favorables à la floraison et donc à la production.

Une production élevée exige beaucoup de lumière. Comme l'eau, cette lumière doit être bien distribuée dans l'année, avec un minimum journalier de 5 heures de soleil, soit plus de 1500 heures par an. L'ombrage a pour effet de diminuer la formation des inflorescences femelles.

Le palmier à huile est cultivé sur les sols les plus divers. Les rendements les plus élevés sont obtenus sur les sols:

- Profonds : le sol doit avoir une profondeur d'au moins 1,5 m;
- Perméables : si le palmier supporte l'inondation temporaire, il ne tolère pas l'eau stagnante. Ainsi, les sols marécageux sont à exclure, et les sols argileux ne peuvent convenir que s'ils sont drainés. Les meilleurs sols sont les sols argilo-sableux;
- Frais : le sol doit contenir 25 - 30 % d'éléments fins;
- Riches en humus : afin d'assurer une bonne capacité de rétention en eau.

Comme pour toutes les cultures, les sols fertiles assurent les rendements les plus élevés. Cependant, le palmier à huile est assez tolérant en ce qui concerne la fertilité du sol, lorsque les qualités physiques sont réunies et les conditions climatiques favorables. Ceci est surtout vrai à l'état adulte, car les jeunes palmiers ont des besoins intenses en éléments minéraux, notamment en azote.

### **VIII.5. Culture**

L'établissement d'une palmeraie passe par les étapes suivantes:

- les graines sont mises à germer dans un germeoir,
- les graines germées sont placées dans une pré-pépinière,
- les jeunes plantules sont repiquées en pépinière,
- les jeunes plants sont mis en place définitivement.

Si les palmeraies naturelles sont essentiellement constituées de *dura*, les plantations industrielles, quant à elles, sont établies avec les graines de *Tenera*.

### **La mise en place**

Elle a lieu au début de la grande saison de pluies. Dans la pépinière, on commence par choisir les plants à transplanter, les chétifs et chlorotiques étant éliminés. En suite, on procède à la toilette de plants retenus, celle-ci consiste à couper les feuilles desséchées et retombantes, tandis que les feuilles dressées sont coupées à mi-longueur, seule la flèche est laissée intacte.

La plantation se fait avec motte de terre d'environ 25 cm de côté. Cette méthode permet une reprise régulière et est plus rapide entraînant ainsi une production précoce que la plantation à racines nues. Celle-ci est d'ailleurs prohibée car, en plus de la reprise lente, elle entraîne une mortalité élevée de 10 à 20 % contre 1 % avec motte. En sol à tendance sablonneuse, il est conseillé d'utiliser le transplantoir Java. Ce transplantoir est constitué d'un cylindre de tôle de 30 cm de haut et 35 cm de diamètre portant une fente au milieu.

Après 12 à 18 mois en pépinière, les plants ont un diamètre au collet de 6 à 12 cm et 1,50 m environ de haut. Afin d'éviter l'effritement de motte pendant le transport, il est essentiel de les emballer ou les entourer avec des feuilles ou des sachets. Au moment de la mise en place, il faut veiller à ce que le collet soit juste au niveau du sol, s'il est enterré, la reprise devient lente et la production retardée. Par contre, s'il est trop haut (le collet), les plants seront sujets à la verse facilement. Il faut en outre prendre soin de bien tasser le sol dans les trous de plantation.

Les écartements de plantation sont de 8 m x 8 m, 8 m x 6 m ou 6 m x 6 m selon les variétés. Après la mise en place, les plants reçoivent un paillage en couronne sur un rayon de 1 m au moins.

### **VIII.6. Entretien**

Il comprend:

1. Le sarclage de cercle autour de plants: dans les jeunes palmeraies, tous les deux mois environ, on doit sarcler sur un rayon de 1 m et plus tard, on sarclera sur 1,20 m à 1,50 m.
2. L'entretien des lignes en y éliminant toute végétation ligneuse pour faciliter la circulation du Personnel.
3. Le rabattement de la plante de couverture ou du recrû forestier, 2 fois par an,
4. L'élagage et la toilette. L'élagage est l'élimination des feuilles mortes. Autant que possible, on ne devra pas couper les feuilles vertes fonctionnelles. La toilette quant à elle, consistera à éliminer les épiphytes (les fougères), les vieilles inflorescences mâles et les régimes pourris.
5. L'entretien du réseau routier pour faciliter l'évacuation de la récolte et la surveillance de la plantation.

En Afrique de l'Ouest et du centre, on apporte aux arbres adultes 1 à 3 kg d'engrais par arbre et par an, essentiellement du potassium (principal facteur limitant), parfois du magnésium et du phosphore. En Asie du Sud-Est (Malaisie, Indonésie etc.), on apporte en plantation industrielle 6 à 9 kg d'engrais par arbre et par an surtout de l'azote, du potassium, du phosphore et localement du magnésium. L'insuffisance d'encadrement couplé à une absence quasi générale de crédits de campagne entraîne des fertilisations faibles en plantations familiales, responsables de productions réduites.

### **VIII.7. Récolte**

Les premiers régimes arrivent à maturité 3 à 4 ans après la plantation. Ils sont petits et leur huile est de faible qualité. Ainsi donc, ils sont généralement éliminés de la production. Le point critique de la récolte est la détermination du degré de maturité convenable. En effet, les fruits moins mûrs donnent une teneur faible en huile tandis que les fruits trop mûrs produisent une huile acide et de moindre qualité. Un régime est considéré comme bien mûr, lorsqu'une vingtaine de fruits s'en détachent facilement.

En pratique, cela se reconnaît lorsque 5 fruits environ sont tombés au pied du palmier. Il est essentiel de ramasser tous les fruits qui sont projetés lors de la chute du régime car ils sont riches en huile. D'où, l'importance de l'entretien des lignes, tout comme des interlignes. La récolte se fait habituellement une fois par semaine. Lorsque les palmiers sont encore courts, la récolte ne pose aucun problème, mais au fur et à mesure que le stipe monte, elle devient de plus en plus difficile et dangereuse. A cet effet, on préconise l'utilisation du couteau malais en manche sur un long bambou par exemple.

Cependant, après un certain temps, cette méthode ne suffit plus surtout s'il s'agit du palmier à stipe long. La solution idéale reste l'utilisation de palmier à stipe court (exemple *Elaeis guineensis* x *Elaeis melanococca*). Lorsque le palmier a atteint 25 ans d'âge, il est indiqué de procéder à la replantation.

### **VIII.7. Organisation et perspectives de la filière**

La superficie de la palmeraie mondiale améliorée est de six millions d'hectares (dont 80 % en Asie du Sud-Est). La filière industrielle (80 % de la palmeraie mondiale) est organisée de manière variée suivant les pays :

- ✓ *Amérique latine et centrale, Asie du Sud-Est, sauf Indonésie et partiellement Malaisie* : plantations industrielles appartenant à de grands groupes privés, qui maîtrisent l'extraction de l'huile de palme et souvent le raffinage de l'huile et la fabrication de dérivés ;

- ✓ *Malaisie* : une partie du secteur villageois est organisée au sein du Felda sous la forme de grands blocs ressemblant à des plantations industrielles ;
- ✓ *Indonésie, depuis le début des années 70* : plantations industrielles privées à capitaux nationaux ou étrangers, plantations d'Etat et plantations villageoises en blocs (situation similaire à la Malaisie) ;
- ✓ *en Afrique, jusqu'au milieu des années 90* : essentiellement des sociétés d'Etat. Ces sociétés sont presque toutes privatisées ou en cours de privatisation.

La filière villageoise (20 % des superficies), caractérisée par une faible surface par exploitant (entre deux et cinq ha) est présente en Afrique de l'Ouest et du Centre et surtout en Indonésie (80 % du secteur, 970 000 ha plantés).

## **Chapitre 9 : LE CAFEIER**

### **IX.1. INTRODUCTION**

Le café constitue la boisson la plus populaire dans le monde. On estime que 1/3 de la population mondiale boit du café. Le marché international du café est dominé par le Brésil, 1<sup>er</sup> producteur avec environ 1/3 de la production mondiale; vient en 2<sup>ème</sup> position, la Colombie et en 3<sup>ème</sup> position, la Côte d'Ivoire.

En Amérique latine, on cultive principalement l'Arabica tandis que le Robusta est prépondérant en Afrique. La production africaine ne représente qu'un quart (1/4) du café mondial. Le principal usage du café reste son utilisation comme boisson. La pulpe et la parche sont employées comme engrais. Les recherches récentes indiquent qu'elles pourraient servir à la fabrication du fourrage ou à la production des biogaz lorsqu'elles sont mélangées à du fumier.

### **IX.2. Origine**

Les caféiers sont originaires d'Afrique. *Coffea arabica* a comme centre d'origine le massif éthiopien à des altitudes de 1300 à 1800 m. Par contre, le *Coffea canephora* est originaire d'Afrique centrale (10° de par et d'autre de l'équateur).

Bien que le caféier a une origine Africaine, c'est en Amérique tropicale que sa culture est la plus importante. Le caféier a été introduit en Amérique tropicale au 18<sup>ème</sup> Siècle.

### **IX.3. Morphologie**

Le caféier est un arbuste ou un petit arbre à l'état sauvage atteignant 8 à 10 m chez l'arabica et 8 à 15 m chez le robusta. Les feuilles sont opposées, entières, munies de deux stipules interpetiolaires. Les feuilles de l'arabica sont plus petites que celles du robusta. Elles sont en plus beaucoup plus luisantes.

Les aisselles des feuilles portent deux types de bourgeons:

1. Des bourgeons axillaires sériés au nombre de 6 généralement disposés l'un au dessus de l'autre.
2. Des bourgeons têtes de série qui se développent avant les premiers.

Sur la tige principale, les axillaires sériés donnent naissance à des branches à croissance verticale qui sont appelées branches orthotropes (gourmands), tandis que sur les branches, se développent des inflorescences.

Les bourgeons tête de série forment les branches plagéotropes à croissance plus ou moins oblique et fructifères. Celles-ci ne donnent jamais naissance à des branches orthotropes. Sur les orthotropes, les

feuilles sont disposées par paires croisées, tandis que sur les plagéotropes, elles sont disposées suivant un même plan.

Les fleurs sont généralement blanches et groupées en glomérules. Le nombre de fleurs par aisselle est de 4 à 18 chez l'arabica et de 40 à 60 chez le robusta. L'initiation florale a lieu pendant la saison sèche, l'épanouissement intervenant dès les premières pluies. Les fleurs sont de courte durée, fanent quelques heures après leur ouverture. Le nombre de chromosomes est variable suivant les espèces;  $2n = 44$  chez *Coffea arabica* et  $2n = 22$  chez *Coffea canephora*.

Il en résulte que pour la création du caféier hybride, l'arabusta, il a fallu dédoubler le nombre de chromosomes chez le robusta. De même, le mode de pollinisation est variable. Le *Coffea arabica* est autogame et le *coffea canephora* (robusta) est autostérile et donc allogame. La pollinisation est essentiellement entomophile. Il est donc essentiel en culture de robusta de planter un mélange de clones pour éviter l'autostérilité.

Le fruit est une drupe. Il comporte un exocarpe, un mésocarpe ou pulpe et un endocarpe ou parche enveloppant la graine. Celle-ci est entourée d'une fine pellicule argentée qui est le spermoderme. La drupe aussi appelée cerise contient normalement deux graines ou fèves se faisant face par leur paroi ventrale, plane de côté intérieur et l'extérieur étant convexe. Lorsque l'un des ovules n'est pas fécondé ou qu'une des graines avorte, l'autre prend une forme plus ou moins ovoïde et on l'appelle caracoli dans le commerce.

#### **IX.4. Classification**

Le genre *Coffea* appartient à la famille des *Rubiaceae*. Il comprend environ 60 espèces qui sont classées en 3 séries:

**Série Abyssinicae** : principales espèces cultivées : *Coffea arabica*; on trouve aussi *Coffea congensis* mais très peu cultivé.

**Série Robustae**: principale espèce cultivée *Coffea canephora* dont *Coffea robusta* constitue la variété la plus cultivée, elle est aussi originaire de la RDC.

**Série libericae** : Ex : *Coffea liberica* de faible importance.

L'importance relative dans le monde de 3 principales espèces cultivées se présente comme suit:

- *Coffea arabica* : 90 % du café mondial
- *Coffea robusta*: 9 % du café mondial
- *Coffea liberica*: 1% du café mondial.

On peut noter que l'hybride inter-spécifique entre l'arabica et le robusta a été créé dans le but d'obtenir un caféier combinant le goût plus aromatique et plus suave (sucré) de l'arabica et la robustesse ainsi que la forte fructification de robusta.

#### **IX.5. Ecologie**

Les plantations de caféier se rencontrent généralement dans les zones forestières. Les caféiers exigent, en effet, un climat humide et un sol fertile, riche en matières organiques. En outre, le sol doit être profond, perméable et de bonne structure. Les exigences climatiques principalement thermiques varient avec l'espèce. D'une manière générale, le robusta est moins exigeant que l'arabica. Quant à l'arabica, il demande une température comprise entre 15 et 24 °C et de ce fait, il est cultivé uniquement en altitude.

Les températures élevées de basses altitudes ont pour effet, de provoquer une croissance trop rapide, une récolte précoce et un épuisement rapide des plantes. En ce qui concerne les pluies, l'arabica demande 1000 à 1500 mm par an, tandis que le robusta demande 1000 à 3000 mm avec un optimum de 1750 mm de pluies bien réparties.

Cependant, une saison sèche est indispensable pour l'initiation de boutons floraux. Le caféier est sensible au vent violent. La 1<sup>ère</sup> fructification a lieu 2 à 3 ans après la mise en place pour le robusta et 3 ans pour l'arabica. De la floraison à la maturité, il se passe 7 à 9 mois.

## **IX.6. Culture**

### **IX.6.1. Propagation**

Les plantations de caféier sont établies par semis ou par voie végétative.

#### **Le semis**

Peut être direct au champ ou par l'intermédiaire de germeoir et pépinière. En ce qui concerne les semences, la viabilité des graines de caféier étant courte (2 à 3 mois), il faut utiliser les graines aussi fraîches que possible, qui doivent provenir de cerises mures récoltées sur des arbres vigoureux et productifs (dans le cas des champs semenciers). Après le dépulchage manuel et triage, les graines sont mises à sécher à l'ombre pendant deux à trois jours.

Le germeoir est formé par des plates-bandes de 1,20 m de largeur et de longueur variable sous ombrage. On sème superficiellement à 1 – 2 mm du sol, la face plate contre le sol à des écartements de 5 cm x 5 cm. La germination peut demander 1 à 2 mois. Le séjour de plantules dans le germeoir est de 3 à 4 mois. On repique lorsque les plantules ont développé 2 à 3 paires de feuilles.

Comme le germeoir, la pépinière est constituée par une série de plates-bandes ombragées séparées par des sentiers. Après préparation du sol, les plantules y sont repiquées à 20 cm x 20 cm. Les plantules séjournent 3 à 4 mois dans la pépinière et la mise en place intervient lorsqu'elles ont 7 à 8 paires de feuilles.

#### **La multiplication par voie végétative**

Le clonage permet de reproduire à l'identique un individu donné. Dans ce cas, on ne multiplie que les individus les plus performants d'une population d'hybrides (diffusion de matériel végétal clonal chez les agriculteurs) ou les géniteurs des champs semenciers (diffusion de semences).

Pour le robusta, l'allogamie oblige à multiplier et à diffuser au minimum deux individus différents pour être certain d'avoir des fruits. Dans la pratique, on recommande de multiplier simultanément cinq à sept clones pour avoir une bonne synchronisation des floraisons au champ.

Les différentes techniques de propagation végétative sont :

- ✓ **le greffage** : il n'est utilisé que dans des circonstances particulières ; exceptionnellement pour la sauvegarde de matériel précieux ou fragile ou en routine dans la protection contre les nématodes. Dans ce dernier cas, on greffe l'arabica sur le robusta (greffe sur hypocotyle) ;
- ✓ **le bouturage horticole** : utilisé principalement pour le robusta où on utilise la capacité du caféier à produire un grand nombre de rejets orthotropes. Pour ce faire, on établit un parc à bois composé des clones à multiplier. Seul le bois orthotrope est prélevé. Les boutures sont placées dans des propagateurs (centres de multiplication) ou bien directement dans des sachets en polyéthylène, sous un tunnel constitué d'un film de plastique transparent (pépinières individuelles) pour l'enracinement. Il est important de maintenir une atmosphère humide (> 90 %) durant une période de deux à trois mois. Les boutures ne doivent pas recevoir plus de 50 % de la lumière naturelle ;
- ✓ **le micro-bouturage** : une technique relativement récente qui nécessite l'installation d'un laboratoire spécialisé et demande une bonne technicité. Le micro-bouturage se fait *in vitro*. Un noeud (ou explant) est prélevé, désinfecté et placé sur un milieu nutritif gélosé. Après douze semaines, les rejets qui se sont formés sont à leur tour repiqués sur de la gélose.

L'enracinement est induit chimiquement deux jours avant le transfert en pépinière d'acclimatation ;

- ✓ *l'embryogénèse somatique* : qui permet un taux de multiplication très élevé mais demande des installations spéciales et des techniciens bien formés. Le principe est simple, basé sur la propriété d'une cellule différenciée de repasser à l'état indifférencié. Dans la pratique, on prélève une feuille qu'on place sur un milieu nutritif adapté. Un cal se forme et les cellules se transforment en cellules embryonnaires qui, elles-mêmes, vont donner des embryons. Ces derniers vont germer et seront ensuite repiqués dans des serres d'acclimatation. Cette technique, mise au point par le CIRA pour la production commerciale, est déjà utilisée en Ouganda. Elle devra être utilisée pour la propagation des hybrides F1 d'arabica, au moins tant qu'il ne sera pas possible d'obtenir, en routine, des géniteurs mâles stériles.

### **IX.6.2. Préparation du terrain**

L'ouverture du terrain se fait par incinération ou par non incinération. La densité de plantation est d'environ 1600 pieds à l'hectare à l'écartement de 2,5 m x 2,5 m chez l'arabica et de 1000 à 1400 pieds à l'hectare chez le robusta à l'écartement de 3 m x 2,5 m ou 3,5 m x 3 m. On fait de trous de plantation de 40 cm x 40 cm x 40 cm. On peut par exemple prévoir une plante de couverture. Les interlignes peuvent aussi être occupés par une culture annuelle.

#### **La mise en place**

Elle s'effectue au début de la saison de pluies. Elle peut se faire à racines nues ou avec mottes de terre. Les plantules âgées de plus de 12 mois sont transplantées en stumps, le recépage ayant lieu 8 jours environ avant. Si on transplante à racines nues, il faudra respecter la polarité des racines. Dans ce cas, on pratique le pralinage. Après le repiquage, les plantules sont protégées par un ombrage temporaire fourni par exemple par les feuilles de palmier.

### **IX.6.2. Associations végétales**

Elles présentent un intérêt économique certain pour les petits producteurs en limitant l'enherbement de la caféière, en procurant des revenus complémentaires ou en réduisant les coûts en intrants. Les associations permanentes se rencontrent dans les systèmes d'agroforesterie qu'on rencontre dans la grande majorité des pays producteurs où les caféiers sont cultivés sous ombrage. Les espèces végétales associées sont des légumineuses arbustives ou arborées (*Leuceana*, *Albizia*, *Erythrina*, etc.), ou d'autres essences, naturelles ou plantées, fournissant du bois d'œuvre (Acajou, *Terminalia*, etc.). Il existe aussi des associations avec les arbres fruitiers (Indonésie, Vietnam) et le bananier (Ouganda, Tanzanie).

L'ombrage a un effet modérateur sur les variations journalières de température et d'humidité. Dans les zones où le risque de gel existe, l'ombrage protège les caféiers. L'ombrage joue également un rôle dans l'induction florale et la fructification : les caféiers sous ombrage produisent moins. Les associations temporaires sont pratiquées durant les deux ou trois premières années de la plantation et au moment du recépage. Le plus fréquemment, les caféiculteurs associent des cultures vivrières : maïs, riz, igname, taro, arachide, chou, etc.

L'association avec des légumineuses de couverture (*Flemingia*, Crotalaire, Pois d'Angole, etc.) est recommandée si aucune culture n'est mise en place. Les plantes de couverture disparaissent spontanément lorsque les caféiers couvrent le sol.

### **IX.7. Entretien**

Comme pour toutes les cultures pérennes, l'entretien comprend:

- le sarclage en cercle
- le sarclage des lignes

- l'entretien des interlignes.

Le caféier exige en outre l'entretien des arbres d'ombrage consistant à leur élagage et à la taille qui permet:

- une charpente solide et bien équilibrée de l'arbre
- un équilibre entre production de feuilles et des fruits
- la présence continue des bois fructifères
- d'empêcher une production très forte qui conduirait à un épuisement précoce des arbres
- le contrôle de la taille des arbres en vue d'une récolte facile
- la taille est à la base de la mise au point de deux modes de conduite du caféier:
  - ✓ conduite sur tige unique (unicaulie) et
  - ✓ conduite sur tiges multiples (multicaulie).

L'unicaulie consiste à retenir la seule tige de la plantule en éliminant tous les gourmands. Cette méthode est actuellement abandonnée parce qu'elle conduit à une crise de production rapide. La multicaulie consiste à maintenir plusieurs tiges par pied généralement deux à six. Elle est basée sur le remplacement périodique des tiges épuisées. Lorsque le caféier est conduit sur tiges multiples, la taille prend les formes diverses:

1. La taille de formation: elle a pour but d'obtenir plusieurs tiges par pied
2. La taille d'entretien ou de production: dont le but est d'assurer une production élevée et durable. Cette taille est généralement pratiquée durant la période morte, après la récolte.
3. La taille de régénération ou de rajeunissement: consiste à éliminer les tiges en voie d'épuisement.

De nombreux auteurs ont calculé les quantités d'éléments minéraux exportés par une tonne de café. Les valeurs trouvées varient en fonction de l'espèce et des variétés au sein d'une même espèce, de l'âge des caféiers et des conditions de culture. L'azote et le potassium sont les éléments dominants dans la nutrition du caféier en production. Sur des sols riches, on peut se contenter d'une fertilisation azotée au moins pendant les cinq premières années. Ensuite, il est préférable d'apporter une formule NK ou une formule NKMg. Pour l'Azote (N) 100 à 150 kg pour l'arabica et 60 à 100 kg pour le robusta ; pour le Phosphore ( $P_2O_5$ ) 30 à 50 kg pour l'arabica et 30 à 50 kg pour le robusta ; pour le Potassium ( $K_2O$ ) 60 à 90 kg pour l'arabica et 40 à 60 pour le robusta ; pour le Calcium (CaO) et le Magnésium (MgO) selon analyses de sol.

### **IX.8. Récolte**

Les cerises sont récoltées lorsqu'elles deviennent rouges. Le moment de la récolte conditionne la qualité et partant, la valeur marchande du produit. Il en résulte que la récolte se fait par plusieurs passages une fois toutes les deux semaines au moins. Comme chez le palmier à huile, il faut prendre soin de glaner les fruits murs qui tombent par terre. D'où l'importance d'un entretien parfait de la plantation.

La durée d'exploitation d'une plantation dépend des conditions écologiques et culturelles. Au Brésil, par exemple, elle est en moyenne de 30 à 40 ans. En RDC, elle peut varier de 20 à 35 ans. Le pourcentage de décortiquage du café marchand sur cerise mure est de 15 à 20 %.

### **IX.9. Production actuelle et perspectives**

On observe une baisse de la production en Afrique et dans les Caraïbes. En revanche, l'Asie connaît des hausses très fortes, en particulier au Vietnam où la production de robusta est passée de moins de 35 000 t en 1975 à plus de 450 000 t en 1999. Une même croissance devrait être observée sur l'arabica dans les prochaines années. Plus de 80 % de la production mondiale est traitée par la grande et moyenne industrie de la torréfaction. On assiste cependant au développement d'un nouveau marché, celui des cafés de pure origine, orienté vers la commercialisation d'un produit de très bonne qualité qui

se démarque des cafés standards des grandes marques. Ces cafés sont proposés soit par la moyenne et petite torréfaction industrielle, soit par des artisans torréfacteurs. Le marché des cafés fins permet aux producteurs d'être mieux rémunérés. Mais ces cafés demandent en contre partie plus de soins à la récolte et lors du traitement post-récolte.

La consommation mondiale de café augmente de 1 à 2 % par an, même si elle régresse dans certains pays. En Europe et aux Etats-Unis, les observations montrent que la consommation par tête tend à diminuer ou, au mieux, reste stable ; l'accroissement de la consommation est lié à la démographie. Dans les pays de l'Est ou asiatiques, en revanche, la consommation par habitant augmente.

## **Chapitre 10 : LE CACAOYER**

### **X.1. Introduction**

La culture du cacaoyer remonte à plus de trois mille ans. La transformation en boisson puis en chocolat solide des graines contenues dans le fruit, appelé cabosse, est devenue actuellement une industrie importante. Celle-ci passe par la production à grande échelle de cacao, de beurre de cacao et de tourteaux, avant d'aboutir aux divers produits finis de la chocolaterie. Les sous-produits de cette industrie sont de peu d'intérêt économique. Les principaux pays producteurs en Afrique sont le Ghana, le Nigéria et surtout la Côte d'Ivoire.

### **X.2. Origine**

Le cacaoyer est originaire des forêts tropicales humides d'Amérique centrale et du Sud. Il y était cultivé par les Mayas bien longtemps avant la venue des Européens. Sa culture arrive en Asie dès le XVI<sup>ème</sup> siècle, tandis que son introduction en Afrique, principale région actuelle de production, ne date que du début du XIX<sup>ème</sup> siècle. Le cacaoyer appartient à la famille des Sterculiaceae. La seule espèce cultivée commercialement est *Theobroma cacao* L. Celle-ci se répartit en trois grands groupes : Criollo, Forastero et Trinitario.

### **X.3. Caractéristiques morphologiques**

Le cacaoyer est un arbre atteignant son plein développement entre six et huit ans. Il mesure alors 4 à 6 m de hauteur en plantation. Il entre en production à deux ans (variétés sélectionnées) et est généralement productif pendant vingt-cinq à trente ans. Cependant, il peut parfois être exploité pendant plus de cinquante ans. Après environ dix-huit mois de croissance orthotrope, la tige donne naissance à une couronne de cinq branches. Le port des branches et des ramifications secondaires est plagiotrope. Leur croissance est indéfinie mais discontinue. Elle se fait par poussées foliaires successives, dénommées *flushes*, séparées par des périodes de repos.

La feuille est entière et le limbe peut atteindre 50 cm. Elle vit un an. Le système racinaire comporte un pivot, qui donne naissance à des racines latérales. Celles-ci se développent surtout dans la couche humifère superficielle du sol. La graine, de forme subtrapézoïdale, arrondie et plate, mesure 2 à 3 cm de long. Dans le fruit, elle est enveloppée par une pulpe mucilagineuse blanche, de saveur sucrée et acidulée. Elle est recouverte d'un tégument et se compose essentiellement des deux cotylédons dont la couleur peut varier du blanc au violet foncé. Elle ne contient pas d'albumen. Elle est très riche en matière grasse (50 à 55 % de beurre de cacao) et elle contient en moyenne 1,2 % de théobromine (alcaloïde voisin de la caféine). La graine de cacao est prête à germer dès que le fruit commence à mûrir. Son pouvoir germinatif se perd en quelques heures après son extraction de la cabosse.

Le cacaoyer fleurit toute l'année. Les fleurs apparaissent toujours sur le bois (tronc et branches) âgé de plus d'un an, réparties en groupes sur des renflements appelés coussinets floraux. Les fleurs sont très petites et de couleur blanchâtre à rosé. La pollinisation est strictement entomophile. On observe de

nombreux cas d'incompatibilité chez les fleurs de cacaoyer : auto-incompatibilité et même incompatibilité entre clones d'un même groupe génétique.

Le cacaoyer donne plusieurs dizaines de milliers de fleurs par an mais ne produit que quelques dizaines de fruits. Le développement du fruit dure cinq à sept mois. Ce fruit est une baie, appelée cherelle au début de son développement, puis cabosse. De nombreuses cherelles n'arrivent pas à maturité et se dessèchent. Ce phénomène est de nature physiologique. Une cabosse de taille moyenne pèse 400 g et contient 100 g de fèves fraîches qui donneront 35 à 40 g de cacao marchand.

#### Les principaux groupes et variabilité génétique

On distingue deux grands groupes et un troisième issu des deux premiers :

- ✓ **les Criollo**, aux fruits verts ou rouges avant maturité, verruqueux, de forme allongée et dont les fèves sont blanches. Celles-ci donnent un chocolat fin et aromatisé. Les fèves de Criollo représentent 1 % de la production mondiale. Les Criollo sont généralement auto-incompatibles ;
- ✓ **les Forastero amazoniens** comportent les variétés hautes amazoniennes et basses amazoniennes, dont la plus connue est l'Amelonado. Les Forastero sont très répandus au Brésil, dans l'Ouest africain et en Asie. Leurs cabosses sont de couleur verte, devenant jaune à maturité, de forme ovale, sans sillon profond et à coque épaisse et dure. Les fèves sont de couleur violet foncé et plates. Elles constituent la quasi totalité des cacaos courants et environ 80 % de la production mondiale. L'auto-incompatibilité est de règle chez les Forastero hauts amazoniens (qui par ailleurs peuvent être compatibles entre eux), mais rare chez les autres ;
- ✓ **les Trinitario** sont des hybrides issus des deux premiers groupes et sont cultivés dans tous les pays producteurs. Ils fournissent environ 20 % de la production mondiale de cacao.

#### X.4. Ecologie

Le cacaoyer est une culture strictement tropicale. En RDC, il est cultivé dans les régions forestières de basse altitude. Sa culture demande une température élevée avec des variations journalières et saisonnières faibles.

Pour une floraison et une fructification abondante et des poussées foliaires normales et bien réparties au cours de l'année, il faut une température moyenne annuelle située entre 21° - 28 °C, l'optimum étant de 25 °C. Il en résulte que le cacaoyer est une plante de basses altitudes jusqu'à 700 m tout ou plus (pas au delà). Cependant, sa culture pour certaines variétés se pratique jusqu'à 1000 m en Colombie, 1200 m au Venezuela et même 1400 m en Ouganda.

Le cacaoyer est très exigeant en ce qui concerne les pluies tant pour la quantité et que la répartition. Cette pluviosité doit être bien répartie au cours de l'année avec 100 mm environ par mois comme optimum. Cela implique que la saison sèche soit de courte durée idéalement de moins de 3 mois, à moins qu'il n'existe des conditions locales particulières avec par exemple, brouillard ou nappe phréatique assez superficielle.

Le cacaoyer est en effet sensible au déficit hydrique. Dans son milieu naturel, le cacaoyer est une plante de sous bois étant ainsi cultivé sous un certain ombrage dont l'intensité varie avec les conditions de cultures (fertilité, entretien, eau, âge).

Le cacaoyer est une culture très exigeante en ce qui concerne les caractéristiques chimiques et physiques du sol. Celui-ci doit avoir une réserve suffisante en éléments minéraux et en matières organiques. Le sol doit être profond bien drainé et retentif d'eau. Le pH optimum se situe autour de 6,5.

## **X.5. Culture**

### **X.5.1. Principaux systèmes de culture**

La production cacaoyère mondiale est assurée à 90 % par des exploitations familiales de moins de 10 ha. La production de type industrielle, recourant fortement aux intrants (engrais et pesticides) existe surtout en Amérique latine et en Asie mais est exceptionnelle en Afrique ; sa productivité moyenne est d'une à deux tonnes et demi de cacao marchand par hectare. En exploitation familiale, la productivité est en général de 300 à 700 kg/ha, mais elle dépasse 1 t/ha dans les systèmes intensifiés de Sulawesi (Indonésie).

Les plantations sont généralement créées à partir de semences, sélectionnées (hybrides inter-groupes notamment) ou non. Ces dernières années, on observe cependant un regain d'intérêt pour les plantations clonales (greffage ou bouturage, principalement en Malaisie et en Equateur).

Dans le système de culture paysan implanté sur défriche forestière, le seul capital nécessaire est le travail. Mais cette pratique ne permet pas d'installer un système stable. En effet, la rentabilité de la plantation décroît après une trentaine d'années et son renouvellement s'impose. Or, cette opération s'avère toujours beaucoup plus risquée (appauvrissement des sols et forte pression parasitaire) et coûteuse que la mise en place d'une nouvelle parcelle sous forêt. On assiste par conséquent à un lent déplacement des zones de production paysannes vers les forêts primaires encore intactes (fronts pionniers). Cette fuite en avant trouve aujourd'hui ses limites dans des pays comme la Côte d'Ivoire où pratiquement tout l'espace forestier a été colonisé.

### **X.5.2. Itinéraire technique et l'élaboration du rendement**

#### **La mise en place de la culture**

Le sol doit être humifère, profond et argilo-sableux, avoir un bon équilibre chimique et un pouvoir de rétention en eau élevé pour assurer une alimentation hydrique aussi constante que possible. La préparation traditionnelle du terrain consiste en un abattage partiel du couvert forestier.

Un minimum d'ombrage (la moitié de la luminosité totale) doit être maintenu à la plantation afin d'éviter les effets néfastes du plein soleil sur les jeunes plants. Si l'abattage du couvert forestier a été trop important ou total, il faut procéder, six à huit mois avant la plantation des jeunes cacaoyers, à l'installation d'un ombrage provisoire, si possible rémunérateur pour le planteur (bananier plantain, voire papayer).

Cet ombrage temporaire est planté en interligne (quinconce) à la même densité que les cacaoyers, puis totalement éliminé en troisième ou quatrième année (jonction des couronnes). Par ailleurs, des arbustes à croissance rapide de la famille des légumineuses (*Gliricidia*, *Erythrina*, *Albizia*) peuvent être utilisés en ombrage temporaire puis définitif (10 m x 10 m) si l'ombrage est jugé insuffisant. Pour rentabiliser la parcelle durant la période improductive, la plantation de cultures vivrières en interligne (igname, taro, riz, arachide quelquefois), la première voire la deuxième année, a donné des résultats intéressants pour le petit planteur.

Un nettoyage d'un rayon de 50 cm autour du plant de cacaoyer doit être régulièrement effectué, ainsi qu'une protection phytosanitaire des bourgeons. En grande plantation, l'abattage mécanique de la forêt, le dessouchage et l'andainage doivent être réalisés avec beaucoup de précautions afin d'éviter un tassement du sol et un déplacement de l'horizon superficiel.

L'installation d'une cacaoyère en plein soleil a montré ses limites. Elle nécessite une grande rigueur dans l'application d'intrants tels qu'engrais et produits phytosanitaires. Il est préférable de conduire la

plantation sous ombrage régulé (*Erythrina, Inga, Albizzia, Acacia*) si un doute subsiste quant au strict respect des calendriers de traitements et d'entretien.

Dans le cas de la replantation d'une vieille cacaoyère, les méthodes varient en fonction des conditions écologiques et des contraintes économiques : replantation juste après abattage total, replantation sous les vieux cacaoyers (suivi de l'abattage progressif des vieux arbres en trois ans), replantation partielle par bandes (par exemple en layons de 6 m, séparés par des bandes de 6 m où sont maintenus les vieux cacaoyers ; la replantation s'effectue à l'espacement de 3 m x 2,5 m et au bout de quatre ans, la bande de vieux cacaoyers est arrachée à son tour et replantée).

### **La pépinière**

La pratique du semis direct est déconseillée, la plantation de plants issus de pépinière permettant un meilleur établissement, une entrée en production plus précoce et un meilleur contrôle de la densité. La pépinière est constituée par un abri admettant la moitié de la luminosité extérieure. Les fèves, dépourvues de leur mucilage, sont semées dans des sachets de polyéthylène perforés de 30 cm de hauteur et de 12 cm de diamètre, entièrement remplis de bonne terre végétale de surface. La fève est enfoncée à 1,5 cm de profondeur, le hile (attache de la fève au rachis de la cabosse) vers le bas (en cas de doute, il faut semer à plat). Compte tenu des pertes à la germination et en pépinière, il faut prévoir 2 000 plants par hectare à planter. Cela équivaut à cinquante à soixante cabosses mûres et 80 m<sup>2</sup> de pépinière, en disposant les sachets en rangées jumelées de vingt sachets distantes de 20 cm des autres.

### **La plantation**

Les distances de plantation varient en fonction de la nature du sol, des conditions climatiques, des méthodes culturales pratiquées et des variétés plantées. Les écartements recommandés sont de :

- ✓ 2,5 m x 2,5 m au Centre-Sud Cameroun, soit 1 600 pieds/ha, parce que les sols sont très désaturés et que le développement des cacaoyers est moindre ;
- ✓ 3 m x 2,50 m en Côte d'Ivoire, soit 1 333 pieds/ha.

L'espacement de 3 m x 3 m (1 111 pieds/ha) est utilisé dans de bonnes conditions de sol et de climat. Cela permet une circulation plus facile dans la plantation. La mise en place des cacaoyers est effectuée après une trouaison à 40 cm au cube dans le but d'ameublir le sol. Il faut apporter un soin particulier à l'aménagement de l'ombrage, qu'il soit temporaire ou définitif.

Si l'on plante des bananiers plantains, ceux-ci seront installés au cours de l'année précédant la plantation des cacaoyers, à raison d'un bananier par cacaoyer dans l'interligne de plantation, pour un espacement des cacaoyers de 3 m x 2,50 m, ou dans la ligne de plantation pour un espacement de 3 m x 3 m. Dans les régions à saison sèche marquée, il est recommandé de pailler les jeunes cacaoyers avec des résidus végétaux ou avec un film de polyéthylène noir d'un mètre de largeur et de 70 µm d'épaisseur.

### **X.5.3. Entretien**

L'entretien du cacaoyer est comparable à celui du caféier. En ce qui concerne la taille, on distingue 3 types:

#### **1. La taille de formation**

Elle a pour but de provoquer la formation de la couronne à 1,20 - 1,50 m, si elle ne s'y forme pas spontanément. Lorsque son apparition tarde, on la provoque en écimant la plante. Chez les semenceaux, on garde 3 - 4 branches par fourche. Avec des boutures plagéotropes, on retient 3 à 4 branches à la base s'il ne se forme pas des tiges orthotropes. Les branches rampantes sont éliminées.

#### **2. La taille d'entretien**

Elle consiste à supprimer les gourmands, les bois morts ou malades, les branches de direction ou de forme non convenable dans le but d'aérer le centre de l'arbre.

### **3. La taille de rajeunissement**

Les arbres âgés peuvent être régénérés en laissant se développer un gourmand situé au niveau bas sur la tige et en recepant ultérieurement le vieux tronc. On peut aussi butter le pied de manière que le gourmand émet ses propres racines.

### **La fumure**

L'utilisation des engrais est encore peu courante en cacaoculture. Son effet sur la production dépend beaucoup des conditions de culture. Il est faible sous ombrage permanent. La fertilisation s'avère, en revanche, très intéressante sur des cacaoyers hybrides à forte productivité, convenablement entretenus et déparasités, cultivés en plein soleil ou sous ombrage diffus régulé.

En Afrique de l'Ouest, la fertilisation azotée a généralement un effet dépressif sur le rendement. Par contre, le phosphore augmente significativement la floraison et donc la production de cabosses. Le potassium améliore quant à lui le taux de nouaison. On peut donner l'exemple suivant de fertilisation en Côte d'Ivoire (par pied/an) : 140 g de TSP + 280 g de KCl + 160 g de MgSO<sub>4</sub>.

## **X.6. Récolte**

Les premières floraisons apparaissent à la 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> année après la plantation. Cependant, elles ne donnent habituellement que peu ou pas de fruits.

La 1<sup>ère</sup> récolte a lieu en 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> année seulement. Le développement complet des fruits demande 5 mois environ. La maturité du fruit se reconnaît au changement de coloration. Les cabosses doivent être récoltées en pleine maturité. Les fruits insuffisamment mûrs fermentent mal. Par contre, si les fruits sont trop mûrs, il y a risque que les graines germent dans les fruits. Ainsi donc, la récolte exige des passages réguliers tous les 10 – 15 jours.

Lors de la récolte, on cueille aussi les cabosses attaquées. La récolte se fait à l'aide d'un instrument tranchant ou d'une machette ou d'un couteau tranchant, pendant laquelle, il faut veiller à ne pas blesser les coussinets floraux. A cet effet, on coupe tout juste à la base des cabosses. Les fruits peuvent être conservés pendant quelques jours avant l'écabossage. La durée d'une plantation peut être de 25 à 30 ans au moins. Dans les meilleures conditions de culture, on peut atteindre 40 à 60 ans ou même plus.

L'écabossage est l'opération qui permet d'ouvrir les cabosses et d'en extraire les graines de cacao. Elle est faite soit directement au champ, soit sur les lieux du traitement post-récolte après transport des cabosses. Dans le premier cas, les débris de cabosse (cortex) sont laissés au champ (avec des risques de contamination fongique). Les rendements sont variables avec les conditions de culture. En RDC, ils sont en moyenne de 200 à 300 kg de fèves sèches/ha. Des fèves sèches représentent 36 à 38 % du poids des fèves fraîches et elles mêmes forment 25 % du poids de la cabosse.

Dans le second cas, se pose le problème de l'évacuation des débris de cabosse et de leur valorisation (les débris représentent 70 % du poids de la cabosse). L'utilisation d'instruments tranchants (couteaux, machettes), qui peuvent blesser les graines est à proscrire. Des gourdins sont préférables et la séparation des fèves entre elles et l'élimination des débris favorisent une bonne fermentation.

La fermentation du cacao est l'étape la plus importante de la première transformation. Elle a pour but d'éliminer une grande partie de la pulpe qui entoure les graines, de supprimer leur pouvoir germinatif et de développer les précurseurs de l'arôme. L'absence de fermentation conduit à des fèves sans potentiel aromatique, de couleur ardoisée après séchage. Elle constitue un défaut majeur du cacao.

Les graines sont mises en tas sur des feuilles de bananier ou dans des paniers ou encore dans des caisses de bois (charge de 100 à 1 000 kg). La fermentation dure de deux à huit jours, suivant les types

de cacao (*criollo* < *trinitario* < *forastero*) et les conditions climatiques (elle est plus longue en période froide). Des brassages d'aération sont effectués à intervalles réguliers (séquence recommandée : 24h - 48h - 96 h). Les fermentations vraies se déroulent dans la pulpe, pendant que dans les cotylédons de la graine se produisent des transformations biochimiques importantes pour l'arôme. Au bout d'une à deux jours, la réaction dégage de la chaleur et la température peut atteindre 50 °C. Il faut veiller à arrêter la fermentation à temps pour éviter la formation de goûts indésirables. A ce stade, les fèves sont devenues brun violacé, elles ont gonflé et l'intérieur s'est craquelé.

Le but du séchage est d'arrêter la fermentation, de diminuer la teneur en eau des fèves fermentées de 55 % à 7 % pour assurer leur bonne conservation et d'éliminer une partie de l'acide acétique formé pendant la fermentation (environ 40 %). Un mauvais séchage conduit à des fèves moisies, autre défaut majeur du cacao.

Le séchage solaire sur aire cimentée ou sur claie est le plus employé. Il dure entre une et trois semaines et demande des surfaces de séchage importantes (40 m<sup>2</sup> par tonne de cacao fermenté) et une main-d'oeuvre nombreuse (pour brasser le cacao quatre fois par jour et pour l'abriter la nuit et en cas de pluie). En région très humide, les aires de séchage doivent être protégées par des aménagements (tente ventilée par exemple).

Si les quantités à sécher sont élevées, le séchage artificiel sous air chaud est nécessaire. Un tel séchage dure de quinze à quarante-huit heures. Son inconvénient majeur est de bloquer une grande partie de l'acide acétique dans la fève et de disperser beaucoup de calories dans l'atmosphère. Il est impératif d'utiliser un échangeur de chaleur pour éviter la fixation d'odeurs étrangères sur les fèves. Le cacao est sec quand il croustille si on le presse dans la main.

Le cacao est un produit très difficile à conserver en climat équatorial. Le risque de reprise d'humidité est important, avec des conséquences néfastes pour la qualité. Il faut toujours conserver les sacs de cacao dans des lieux correctement aérés, à l'abri des rongeurs et loin de sources d'odeurs étrangères (fumées, fuel).

## **X.6. Organisation et évolution de la filière**

La production mondiale de cacao provient majoritairement de petites exploitations familiales qui assurent la culture et la première transformation. Les coopératives de producteurs sont généralement peu actives. Le cacao marchand est vendu à une chaîne de collecteurs, grossistes et exportateurs qui réalisent le tri et le conditionnement du cacao (et si besoin un complément de séchage) avant son expédition aux usiniers.

Les industriels du cacao sont soit des beurriers (transformateurs de fèves en produits semi-élaborés : masse, beurre et poudre), soit des chocolatiers. Les industriels sont installés dans les pays consommateurs, mais aussi et de plus en plus, dans les pays producteurs. Les changements en cours dans la filière concernent la poursuite du désengagement des Etats du contrôle de la commercialisation (en Afrique surtout), les tentatives d'organisation des producteurs, l'implication des industriels vers l'amont de la filière, la poursuite des regroupements industriels chez les beurriers et les chocolatiers et enfin la spécialisation de petites firmes sur des marchés de niche.

# **Chapitre 11 : LE THEIER**

## **XI.1. Introduction**

Le thé constitue la boisson non alcoolisée la plus consommée dans le monde. Les principaux pays producteurs sont : L'Inde, le Sri Lanka, la Chine, l'Indonésie et le Kenya (en Afrique).

La part de la RDC est très faible sur le marché international. Les feuilles servent principalement de boisson et constituent le produit utile.

## **XI.2. Origine**

Le théier serait originaire du Sud-Est asiatique. En RDC, il a été introduit entre 1925 et 1935 par les services agricoles de la colonie c'est-à-dire l'INEAC ou par divers colons privés.

## **XI.3. Morphologie**

Dans les conditions naturelles, le théier est un petit arbre ou un grand buisson pouvant atteindre 12 à 15 m de haut. En culture, la taille en réduit la hauteur à 0,5 à 1,5 m. Le port du théier est buissonnant, la tige est pubescente ou glabre, elle porte des feuilles alternes, vivaces, acuminées de 3 à 30 cm de longueur. La feuille non encore déployée est appelée *Pekoe*. Comme chez le cacaoyer, la formation des feuilles et la formation de la tige se font par poussés foliaires successives séparées par les périodes de repos.

Durant les poussées foliaires, il se forme souvent 4 feuilles suivies par l'élongation des entre-nœuds. Le goût caractéristique du thé est dû à du polyphénol, à la caféine et à des huiles essentielles. Ces substances se trouvent en plus forte concentration dans les bourgeons terminaux et les jeunes feuilles. Les feuilles adultes en contiennent moins.

Le théier est allogame et a une pollinisation entomophile. Le fruit est une capsule déhiscente à paroi épaisse. Le système racinaire comprend un pivot bien développé et des racines latérales formant un massif de racines nutritives qui à maturité sont dépourvues des poils absorbants.

## **XI.4. Classification**

Le théier appartient au genre *Camelia*, dans la famille de théaceae. Ce genre fournit environ 45 espèces dont seule *Camelia sinensis* fournit le thé du commerce.

*Camelia sinensis* est divisé en 2 principales variétés qui sont:

- le théier de chine et
- le théier d'Assam.

Les théiers cultivés en RDC appartiennent à la variété d'Assam.

## **XI.5. Ecologie**

Le théier est une plante de climat relativement frais et très humide. On le cultive de ce fait en climat subtropical dans les régions montagneuses. C'est ainsi que dans notre pays, cette plante n'est cultivée que dans l'Est (Kivu). A l'équateur, le théier est généralement cultivé entre 1200 et 1800 m d'altitude. Dans le Kivu, la culture semble plus rentable entre 1000 et 1500 m d'altitude. On constate donc, au fur et à mesure qu'on monte (en altitude) et que la température diminue, la qualité du produit augmente, tandis que le rendement diminue. Ainsi, en dessous de 1000 m d'altitude, on obtient une production élevée mais de qualités médiocres.

La formation et la croissance des feuilles sont sous la dépendance étroite de pluies. On estime qu'il faut au moins 1500 mm des pluies par an pour obtenir un rendement élevé. Comme le caféier et le cacaoyer, le théier est une essence de sous bois dans son milieu naturel. Il est donc généralement planté sous un certain ombrage dont l'intensité est variable avec les conditions de cultures. Il doit donc diminuer avec l'âge des arbres. Le théier craint le vent violent.

La culture se réalise sur les sols variés, les meilleurs sols étant ceux qui sont profonds, de bonnes structures, bien drainés, à horizon humifère bien développé et acide. Le théier est donc une plante calcifuge. Le pH optimal étant de 4,5 à 6, on évitera donc les sols neutres ou alcalins.

## **XI.6. Culture**

Comme le caféier et le cacaoyer, le théier est propagé par graines et par boutures.

### **1. Par graines**

Les graines sont récoltées sur les arbres sélectionnés sur base de leur productivité et de la qualité de leur produit. Ces arbres ou semenciers sont plantés à part dans les parcelles isolées. Afin d'obtenir des graines de meilleures qualités, le nombre de branches est réduit à 6 lorsque la plante atteint environ 3 m de haut. Les champs semenciers seront aussi propres que possibles en vue entre autre de faciliter le ramassage des graines. Après le ramassage qui doit être quotidien, les graines sont triées et les petites sont éliminées.

La viabilité des graines est courte. Ainsi donc, elles doivent être semées dès leur ramassage. Elles peuvent éventuellement être trempées pendant 30 minutes environ dans l'eau à 50 °C au moins. Ce traitement pouvant ainsi accélérer la germination et détruire les germes pathogènes pouvant s'y trouver. La germination peut se faire en place ou mieux en germoir. Dans ce cas, les graines sont mises à germer sur du sable de rivières soit sur une plate-bande ou soit encore dans des caissettes.

Lorsque la racine sort, les graines sont repiquées en panier, en sachet de polyéthylène ou sur une plate-bande à l'écartement de 15 à 20 cm en tous sens. Ces germoirs ou pépinières sont ombragés, l'ombrage pouvant diminuer progressivement. Les plantules séjournent en principe 6 à 12 mois dans les pépinières. Si le repiquage se fait plus tard, on devra alors receper la tige (stumps) à 10–15 cm du sol. Cette méthode stimule aussi la ramification.

### **2. Par boutures**

Les boutures non aoûtées à feuille (généralement une feuille) sont utilisées. L'enracinement de boutures se fait en pleine terre ou en panier sous ombrage. Avant la reprise, on se limitera à humecter le substrat constitué d'un mélange de sciure de bois, du sable et de terreau. Le pourcentage de reprise est généralement de 80 % à 100 %. Les boutures mises en paniers sont repiquées directement au champ, tandis que les boutures mises sur plate-bande peuvent soit être repiquées directement au champ soit transférées dans des paniers ou des sachets en polyéthylène. La récolte de boutures suppose l'établissement d'un parc à bois à partir des clones sélectionnés.

### **Préparation du terrain**

Un terrain forestier constitue l'idéal pour le théier autant que possible la plantation sera établie par non incinération. Les débris ligneux seront évacués du champ car ils constituent souvent une source de maladies de racines (*Fomes et Armillaria*) auxquelles le théier est fort sensible.

Avant la plantation, on devra prévoir des mesures anti-érosives nécessaires. On procédera ensuite au piquetage des lignes. Les écartements et la densité sont entre autres fonction de la pente du terrain. Sur terrain relativement plat, on plante en lignes simples à 1,5 m x 0,6 à 1 m. Sur forte pente, on plante en lignes jumelées à (1,50 + 0,75) m x 0,75 m, les lignes étant orientées selon les courbes de niveau. En même temps, on plante un réseau d'arbres d'ombrage composé de 2 ou 3 essences plantées à forte densité (6 m x 6 m) puis éclaircie progressivement jusqu'à l'écartement de 12 m x 12 m.

### **Mise en place**

Des jeunes plantules de 6 à 12 mois sont repiquées avec motte car elles ne supportent pas la transplantation à racines nues. La mise en place a lieu au début de la saison de pluies.

## **XI.7. Entretien**

L'entretien comprend:

1. L'ombrage temporaire de plantules après la mise en place
2. Le regarnissage de vides
3. Le sarclage autour des pieds: 6 à 8 sarclages/an dans les jeunes plantations et 2 à 3 sarclages par an dans les plantations en production
4. L'entretien des lignes
5. L'entretien des interlignes
6. L'entretien des arbres d'ombrage
7. L'entretien du dispositif anti-érosif
8. La fumure : une production élevée et continue de feuilles demande des grandes quantités d'azote. On applique notamment 400 à 500 Kg de sulfate d'ammonium par ha. Cette dose est fractionnée. L'apport d'engrais se fera durant les périodes de végétations lorsque les théiers sont en feuilles. La réponse au Phosphore (P) et au Potassium (K) est généralement faible.
9. La taille: elle a pour but de transformer les petits arbres que sont les théiers (hauteur 12 à 15 m) en un buisson de forme basse tabulaire. Ce qui est indispensable en vue d'une récolte facile.

La taille a aussi pour but d'induire une croissance végétative vigoureuse et d'assurer la formation continue des feuilles. Comme chez les caféiers et les cacaoyers, il existe 3 types de tailles:

➤ **Taille de formation**

Elle a pour but de créer la table de cueillette, pour ce faire, la tige et les branches sont recépées pour encourager le développement des branches latérales. La taille de formation dure 6 à 8 ans et comporte 4 phases:

**1<sup>ère</sup> phase:** on recèpe la tige et les branches éventuelles lorsque le diamètre du tronc au collet mesure 2,5 à 3 cm. Le niveau de recépage varie avec le type de tige: les plants à tige simple à 20 cm, ceux à deux tiges à 30 cm et ceux comportant plus de 2 tiges à 40 cm du sol. Cette taille a lieu 2 ans après la mise en place.

**2<sup>ème</sup> phase:** pour le théier à plusieurs tiges au départ, la deuxième taille est opérée à 50 cm lorsque les bois à ce niveau mesurent 12 mm de diamètre (épaisseur du doigt).

**3<sup>ème</sup> phase:** la 3<sup>ème</sup> taille s'effectue à 56 cm lorsqu'à ce niveau, les bois sont de nouveau susceptibles d'être taillés (12 mm de diamètre).

**4<sup>ème</sup> phase:** la 4<sup>ème</sup> taille est faite à 60 cm, toujours dans les mêmes conditions. Afin de favoriser l'étalement de la table de cueillette, on recèpe le plus près possible d'un bourgeon viable situé du côté extérieur de la tige.

➤ **Taille de production**

Après la taille de formation vient la période de production. Au fur et à mesure de la récolte, la table de cueillette est progressivement relevée rendant la récolte de plus en plus difficile.

En même temps, les théiers deviennent de plus en plus touffus, ce qui diminue le rejetonnage et partant la production. Pour corriger ce défaut, on procède à la taille dite de production. Elle est faite à 1,5 à 5 cm au-dessus du niveau de la taille précédente (la 4<sup>ème</sup> phase de la taille de formation). La périodicité dépend de conditions climatiques soit 2 ans en conditions tropicales et 3 à 5 ans en conditions d'altitude. Elle est effectuée pendant la saison sèche.

➤ **La taille de régénération**

Elle a pour but de rajeunir l'arbre et de ramener la table de cueillette à un niveau normal. La hauteur de régénération est variable d'une région à l'autre. Dans le Kivu par exemple, on recèpe à 58 cm. Cette taille est pratiquée après 20 ans environ d'exploitation.

## **XI.8. Récolte et rendement**

La récolte consiste à prélever les jeunes pousses (le bourgeon terminal), les jeunes feuilles avec la tige. Les formules de cueillettes généralement utilisées sont : P+2 et P+3. La récolte de feuilles plus âgées diminue la qualité du produit.

L'objectif doit être de prélever le maximum des feuilles de bonnes qualités mais en laissant suffisamment des feuilles de manière à maintenir une croissance normale et vigoureuse de la plante. Une récolte grossière demande en effet à la plante un temps plus long pour former une nouvelle pousse récoltable.

L'âge d'entrer en rapport dépend du matériel utilisé: 2 ans pour les stumps et 4 ans pour les plantules. Il dépend aussi de l'environnement, l'entrée en rapport étant plus rapide à basse altitude. Les cueillettes se font tous les 7 à 14 jours à basse altitude et tous les 14 jours ou plus en altitude. On ne récoltera que des pousses arrivées à maturité. Il faut 70 à 90 jours pour qu'une branche récoltée produise une nouvelle pousse récoltable.

Mais, le fait que les pousses sont à divers stades de développement permet qu'il y ait toujours du matériel récoltable à intervalle court de 7 à 14 jours. 100 kg des feuilles fraîches donnent 22 kg environ de thé sec. Les rendements sont toujours variables énormément. La durée d'exploitation économique d'une plantation de théier est d'environ 40 à 50 ans. Cependant, la plus grosse part de la production en Inde et au Sri Lanka, provient des exploitations de 70 à 100 ans.

### **XI.9. Production actuelle et perspectives**

La surface totale des plantations de théiers est estimée à 2,6 millions d'hectares pour une production d'environ 2,3 millions de tonnes. L'Asie, avec 86 % des surfaces, est le premier producteur mondial (60% de la production). L'Afrique, avec 8 % des surfaces, produit 12 % du thé. Le reste se répartit entre l'Amérique du Sud et la Russie. Le thé noir représente 80 % de la production totale. Le Qatar est le premier consommateur avec plus de 4 kg par habitant et par an, suivi de la Grande Bretagne et de l'Irlande avec 3 kg et des pays du Proche Orient avec 2 kg. Les pays de l'Union européenne ne consomment qu'entre 50 et 500 g de thé.

On notera que la Grande Bretagne se tourne de plus en plus vers la consommation de café et surtout de boissons fraîches. De même, on observe une évolution semblable de la consommation dans les pays traditionnellement buveurs de thé comme le Vietnam, la Chine ou le Japon.

## **Chapitre 12 : L' HEVEA**

### **XII.1. Introduction**

Les usages du caoutchouc sont multiples. On peut noter que 70 % de ses produits sont utilisés dans le secteur automobile (pneu, chambre à air).

Le caoutchouc entre aussi dans la fabrication de chaussures, câbles, tuyaux, imperméables, jouets, matelas, etc. Le caoutchouc naturel est actuellement supplanté par le caoutchouc synthétique qui depuis la 2<sup>ème</sup> guerre mondiale, a connu une progression constante.

Malgré la concurrence du caoutchouc synthétique, le caoutchouc naturel n'a point perdu son intérêt. Il possède en effet certaines propriétés que l'on ne retrouve pas dans le caoutchouc synthétique et qui lui donne l'exclusivité pour certains produits comme les pneus d'avion. La majeure partie de la production mondiale du caoutchouc provient d'Asie. La part de l'Afrique était encore autour de 7% (Nigéria, Liberia et RDC).

### **XII.2. Origine**

L'hévéa pousse à l'état sauvage dans les forêts humides du bassin amazonien, dans une zone comprenant le Sud-Ouest du Brésil et une partie de la Bolivie et du Pérou.

### **XII.3. Morphologie**

En forêt tropicale, l'hévéa est très dispersé et entre en compétition avec les autres arbres. Sa couronne se trouve dans l'étage supérieur à 20-30 m du sol et son tronc est élancé. C'est une essence de lumière pouvant vivre cent ans. Son bois est homogène, tendre et cassant. Le système racinaire est à la fois pivotant et traçant. Le système traçant se développe à partir de dix à quinze racines latérales, issues du pivot au-dessous du collet.

A partir de ces racines latérales, qui peuvent atteindre 10 m et plus, un chevelu très abondant se développe dans les couches superficielles du sol : 30 à 60 % des racelles se trouvent entre 0 et 7,5 cm. Les plantations modernes sont constituées de clones multipliés par greffage soit en pépinière, soit directement au champ. Leur durée de vie économique est limitée à trente-cinq ou quarante ans. La mise en exploitation des arbres commence cinq à sept ans après leur mise en place. Leur hauteur ne dépasse guère 15 à 20 m.

La croissance de l'arbre est rythmique, la formation des différents étages étant bien visible dans le jeune âge. L'hévéa adulte perd ses feuilles et les renouvelle chaque année. Cette période de défoliation-refoliation interfère sur la production qui décroît fortement. La floraison a lieu à cette période. Les premières floraisons donnent peu de graines ou des graines non viables. La production de graines est d'environ 4 à 5 kg/ha. On compte environ 250 à 350 graines par kilogramme.

L'écorce renferme les organes producteurs du latex : les cellules laticifères. Leur métabolisme est orienté à 90 % vers la synthèse du caoutchouc. Le latex n'est pas une sève. Il est constitué d'une suspension colloïdale de particules de caoutchouc dans un sérum cytoplasmique. La direction générale du système conducteur et du système laticifère est légèrement inclinée (de 3 à 5°) vers la droite en allant de bas en haut (d'où une saignée orientée dans le sens gauche-droite).

### **XII.4. Classification**

L'hévéa appartient à la famille des Euphorbiacées (comme le manioc). Le genre *Hevea* contient 9 espèces parmi lesquelles *Hevea brasiliensis* fournit 99 % du caoutchouc commercial ; sa productivité et la qualité de son latex sont supérieures à toutes les autres espèces.

### **XII.5. Ecologie**

Une température annuelle moyenne de 25 °C est optimum pour l'hévéa, avec des minima supérieurs à 15 °C. L'effet de l'altitude sur la croissance de l'hévéa semble lié à l'abaissement de la température. La hauteur d'eau recommandée varie de 1 500 mm à 3 000 mm par an. La capacité de rétention en eau du sol joue un rôle important pour réduire ou aggraver les effets de la saison sèche. Les pluies matinales gênent ou empêchent la saignée, qui s'effectue le matin. On situe à environ 1 650 heures les besoins en ensoleillement de l'hévéa. Les situations géographiques où les cyclones sont fréquents (vents de plus de 90 km/h) sont à exclure pour l'hévéaculture.

Il est recommandé de planter en courbes de niveau lorsque la pente excède 4-5 %. On évite de planter sur des pentes supérieures à 25 %. Le développement racinaire de l'arbre est optimum dans des sols meubles, dont la profondeur est de 1 à 1,5 m, avec un taux d'éléments grossiers inférieur à 30 % et sans hydromorphie à moins d'un mètre de profondeur. Il est préférable que le sol contienne au minimum 20 % d'argile près de la surface et 25 % en profondeur. Enfin, l'hévéa est acidophile : la zone de pH optimale se trouve entre 4,5 et 5,5.

## **XII.6. Culture**

### **XII.6.1. Les systèmes de culture**

L'hévéaculture repose sur deux grands types de systèmes de culture :

- ✓ la monoculture stricte, qui peut comporter, pendant la période d'immaturation de l'hévéa, soit la mise en place d'une plante de couverture, soit une culture intercalaire dans l'interligne ;
- ✓ les systèmes de type agroforestier qui peuvent être extensifs (*jungle rubber* d'Indonésie par exemple), ou intensifs s'il y a utilisation de clones par exemple.

D'autres systèmes de culture fondés sur la valorisation de l'interligne par des associations de cultures permanentes sont à l'étude mais restent encore à développer à grande échelle.

### **XII.6.2. Itinéraire technique et élaboration du rendement**

#### ***A. Etablissement d'une plantation***

La multiplication de l'hévéa se fait par semis ou par greffage. Cependant, le greffage suppose le semis des porte-greffes et celui des bois de greffes ou scions.

##### **a. Semis**

C'est la méthode la plus utilisée parce que moins chère et permettant une entrée en production plus précoce: les semenciers entrent en production 1 année avant les plants greffés. Les graines d'hévéa ayant un pouvoir germinatif de courte durée (ne dépasse généralement pas 1 mois), il faut alors utiliser les graines aussi fraîches que possibles.

Le semis peut se faire en place, en germe ou en panier. En semis direct (en place), on place 2 à 3 graines par poquet et on procède par la suite au démariage. Cette méthode est couramment utilisée pour l'établissement des sujets de greffe. De plus, le semis se fait en germe proche de la future plantation dont le terrain a été au préalable bien ameubli, ombragé et régulièrement arrosé.

Les graines sont mises côte à côte, la face dorsale bombée tournée vers le haut. La germination de l'hévéa est hypogée, elle est complète au 25<sup>ème</sup> jour après semis avec une moyenne de 15 jours. Avant le déploiement des 1<sup>ères</sup> feuilles, on effectue le repiquage soit directement au champ, soit en passant par une pépinière. La pépinière entraîne un supplément de travail, retarde l'entrée en rapport mais peut être indispensable lorsque les jeunes plantules sont attaquées au champ. Dans la pépinière, on plante à 30 cm x 30 cm ou 45 cm x 45 cm. Comme le germe, la pépinière doit être aussi ombragée. On utilise des graines clonales c'est-à-dire produites par un ou plusieurs clones plantés dans un champ semencier isolé et établi sur un sol plat pour faciliter la récolte de graines.

##### **b. Greffage**

Le greffage peut se faire en place (au champ) sur des portes greffe de 18 à 24 mois établis par semis direct. Il peut aussi se faire en pépinière sur des portes greffe en panier ou en sachet. Quel que soit la méthode utilisée, le greffage suppose l'existence d'un parc à bois contenant des sujets clonaux, greffés pour fournir le bois de greffe donc le scion ou greffon. Dans le parc à bois, on plante à 90 cm x 15 cm à raison de 2 graines par poquet. Le bois de greffe sera constitué d'un clone bon producteur, tandis que le porte-greffe sera choisi en fonction de sa résistance aux pourridiés, notamment.

La technique utilisée souvent est celle de l'écussonnage. Pour une reprise rapide, le greffage doit se faire en période de croissance active, lorsque l'écorce se détache aisément. Le greffage se pratique le matin, par temps sec, après la disparition de la rosée de l'écorce à la base des plants. Il faut veiller à ce que l'écusson contienne au moins un œil; l'écusson doit aussi être protégé du dessèchement. Trois semaines après le greffage, on ouvre les greffes pour voir si l'écusson adhère bien à son support et s'il

reste vert. En cas d'échec, on greffe sur la face opposée. Les sujets réussis sont recépés en oblique au-dessus de l'écusson. Peu de temps après, on remarque le gonflement de l'œil dormant.

## ***B. Préparation du terrain***

La non incinération est plus préférable que l'incinération car elle freine la propagation des pourridiés. Toujours, pour minimiser les risques d'infection des pourridiés, il est recommandé de dessoucher les lignes de plantation. Le piquetage des lignes se fait à 7 m environ entre les lignes.

### ***1. La mise en place***

Elle se fait toujours comme pour les autres plantes au début de la saison de pluies. On repique les plantules tous les 20 à 30 cm, ce qui donne 6 à 7 mille plantules par hectare. Cette densité initiale élevée sera réduite progressivement par des éclaircies sélectives (présélection). Les plantules reçoivent un ombrage temporaire.

### ***2. La présélection en place***

A la plantation, on a une densité de 6 à 7 mille plants par ha, soit environ 10 plants sur un tronçon de 2 m. La présélection a pour but de réduire progressivement cette densité à 500 plants par hectare à 3,5 ans après la mise en place.

Elle se fait en 4 temps:

1. à 6 mois après la mise en place, on pratique une éclaircie sur vigueur en laissant 6 plants sur 2 m, on a ainsi la densité de 3600 plants par hectare.
2. à 1 an, on pratique la 2<sup>ème</sup> éclaircie sur vigueur et on garde 3 plants sur 2 m, cela donne une densité de 2.250 plants par hectare.
3. à 2 ans, il s'agit de soumettre les porte-greffes, plants destinés à rester sur pied au testatex. Le couteau testatex permet de faire 4 incisions en forme de V. Celles-ci sont pratiquées à 30 cm du sol. Seuls les plants les plus productifs, c'est-à-dire ceux dont l'écoulement du latex est le plus abondant sont retenus. On ramène ainsi la densité à 750 plants par hectare.
4. à 3 ans et demi, on pratique le test Morris-Mann, qui consiste en une saignée ultra-précoce des hévéas. On saigne à 10 cm du sol pendant 10 jours avec pesage de la production cumulée de latex sec. Après ce test, on maintient la densité de 500 plants par hectare. Cette densité sera maintenue jusqu'à la mise en saignée définitive ou proprement dite qui a lieu vers 5 à 7 ans.

A 10 ans la densité est encore réduite à 300 arbres par hectare. Cette sélection se fait sur base de caractères de vigueur, de résistance aux maladies et de productivité.

## **XII.7. Entretien**

Il comprend les opérations classiques, l'entretien des lignes et interlignes. De 4 coupes annuelles dans le jeune âge, on peut descendre jusqu'à une coupe à l'âge adulte. L'entretien comporte en plus la taille dans le but de former la couronne à environ 3 m. Si la couronne se forme plus bas, on va (doit) supprimer les jeunes rameaux au bas de la tige. Et si elle ne se forme pas, on peut provoquer son apparition en effeuillant (enlever les feuilles) la pousse terminale (le recepage donne une couronne assez stable). En plus, on doit procéder à l'égourmandage des tiges et l'élimination des plantes parasites. Parmi les soins d'entretien, le plus capital chez l'hévéa est la lutte contre les pourridiés.

Celle-ci comprend:

- le dégagement du pied des arbres sur un rayon d'environ 30 cm dès 18 mois d'âge,
- des inspections régulières tous les 4 mois dans le jeune âge puis tous les 6 mois et enfin tous les 12 mois (1 an) par la suite.

Les racines atteintes sont extirpées, tandis que lorsque le pivot est atteint, l'arbre est déraciné et détruit.

Au cours de la phase non productive (cinq à six ans), l'hévéa utilise une large quantité d'éléments nutritifs pour construire sa charpente, ce qui nécessite une fumure abondante. Au cours des deux premières années, l'épandage s'effectue à la volée dans la zone comprise entre le pied de l'arbre et l'aplomb de la couronne. Par la suite, l'épandage s'effectue sur toute la largeur de l'interligne.

Après cinq ou six ans, une grande quantité de ces éléments sont recyclés par l'arbre lui-même (chute des feuilles et émondage naturel). En général, l'analyse de la croissance de la production et l'aspect des couronnes permettent d'avoir une idée assez précise de l'état nutritionnel des arbres. Enfin, la connaissance des relations sol-plante grâce aux essais d'engrais permet d'établir, pour une situation donnée, les valeurs *seuil* permettant de raisonner les apports.

Les doses d'engrais appliquées dans le sud-Est de la Côte d'Ivoire en plantation d'hévéa (en grammes d'éléments fertilisants par emplacement) sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Années	N	P	K
0	50	50	100
1	50	50	50
2	70	70	50
3	Selon l'état du développement		
4	Selon l'état du développement		

## **XII.8. Récolte (saignée)**

Elle commence lorsque les hévéas ont atteint une circonférence de 50 cm à 1 m du sol, généralement obtenue vers 5 à 7 ans après la plantation. La saignée se fait tôt le matin de telle manière que les derniers arbres soient saignés au plus tard vers 8 heures.

Le matin en effet, la pression de turgescence et partant l'écoulement de latex sont au maximum. Une saignée tardive réduit le rendement. On saigne habituellement sur la moitié de la circonférence de l'arbre et on commence normalement par le panneau de gauche. On commence à saigner à environ 55 cm du sol ou du point de greffe à raison d'une consommation journalière de 1,5 mm d'écorce ensuite on passe au panneau droit à plus ou moins 80 cm du sol ou du point de greffe. Ces panneaux sont exploités pendant 3 ans.

Au début de la 6<sup>ème</sup> année, on revient sur le panneau gauche à 48 cm au-dessus de la 1<sup>ère</sup> incision pour une période de 2 ans. La 8<sup>ème</sup> année, on peut recommencer sur l'écorce régénérée. La saignée se fait suivant une inclinaison de 25° et 30° respectivement pour les semenceaux et les arbres greffés. La profondeur de l'encoche est fonction de l'épaisseur de l'écorce.

Compte tenu de la distribution des tubes laticifères, on doit saigner aussi profondément que possible mais sans toucher le cambium. La règle est de saigner jusqu'à 1 mm du cambium. L'intensité et la fréquence de saignée dépendent de la vigueur des arbres, de l'allure du climat (saison) et de la nature du sol.

Les rythmes d'exploitation suivants sont généralement adoptés:

- S/2, M/3: dans les plantations jeunes ou à faible productivité; (M/3= 1 fois sur 3 mois et S/2= sur la moitié de la circonférence où M = mois, S = circonférence et D = jour).
- S/2, M/2 ou S/2, D/2, dans les plantations adultes de bonnes productivités. D/2= 1 fois sur 2 jours. En plus, on laisse reposer les arbres pendant la saison sèche.

La saignée commence par l'enlèvement du scrap, le film de caoutchouc coagulé sur l'incision précédente. Ensuite, à l'aide d'un Serdang, on pratique une nouvelle incision en enlevant une mince couche d'écorce de 1,5 mm (consommation). L'incision est faite en V de manière que le latex ne déborde pas. Celui-ci coule dans l'encoche puis dans un sillon central pratiqué sur l'arbre, ensuite dans une gouttière métallique enfoncé dans l'arbre, d'où il tombe dans un godet en aluminium fixé contre l'arbre.

Un travailleur expérimenté saigne 300 à 500 arbres par jour suivant leur âge. Deux heures environ après la mise en place, les godets sont vidés et le latex transporté à l'usine. La durée d'exploitation d'une plantation d'hévéa est variable selon les conditions de culture et le mode d'exploitation.

Toute économie d'écorce prolonge, en principe, la durée d'exploitation. En S/2, D/2 la durée d'exploitation est estimée à 24 ans, tandis qu'en S/3, D/2 et S/2, D/3, elle est estimée à 40 ans.

Les équipements spécifiques à la saignée sont :

- ✓ pour l'arbre : une tasse (de 500 à 1200 ml), un support de tasse, un collier en fil de fer et une gouttière munie de deux arrêteurs ;
- ✓ pour le saigneur : une gouge ou un couteau, deux seaux de 15 à 20 l, un sac de jute pour récolter le sernamby (lame de latex coagulé sur l'encoche de saignée) et les fonds de tasses, une boîte contenant une pâte fongicide pour blessures de saignée, un grattoir, une curette de tasse, une pierre à aiguiser, une gourde en plastique munie d'un bec verseur et contenant de l'acide formique ou acétique dilué.

#### ***XII.8.1. Système de récolte en tasses : latex et fonds de tasses***

En plantation villageoise, le planteur procède souvent lui-même à la coagulation de son latex sur la plantation au moyen de petits bacs en aluminium ou en bois. Il peut aussi transporter le latex directement vers un centre de coagulation généralement établi pour quinze à vingt planteurs (cas de l'Indonésie) où, après coagulation du latex au moyen d'acide formique ou acétique, un laminoir manuel (mangle), permet la fabrication d'une feuille de latex qui est mise à sécher à l'air libre.

En plantation industrielle, le latex, dont la coagulation est momentanément stoppée par l'adjonction d'ammoniac, est acheminé par citernes vers l'usine de transformation. Après coagulation dans des bacs spéciaux, le coagulum est découpé soit en petits morceaux ou granulés, soit crêpé et découpé en granulés qui subiront lavages et séchage pour être transformé en balles de 33,3 kg. Le latex est aussi parfois concentré par centrifugation.

#### ***XII.8.2. Système de récolte sous forme de coagulum***

Cette pratique peut se rencontrer aussi bien en plantation villageoise qu'en plantation industrielle, le produit étant constitué de latex coagulé spontanément ou de façon provoquée (acide formique ou acétique). La coagulation peut se faire consécutivement à chaque saignée et le planteur livre sa production à un centre de collecte ou directement à un acheteur. Il est impératif qu'une grande propreté accompagne la préparation et le transport de ces *coagula*. En plantation industrielle, les *fonds de tasses* proviennent de l'écoulement du latex après le ramassage.

On peut également trouver des *coagula* provenant de coagulation volontaire du latex pour diverses raisons (pluie au cours de la saignée, pénurie de main-d'oeuvre etc.). Ces *coagula* sont également transformés en granulés pour en faire des balles de caoutchouc.

## **XII.9. Rendement**

Les plantations de *seedlings* (plants non greffés) produisent de 400 à 500 kg/ha de caoutchouc sec alors que les plantations d'arbres greffés produisent en plantation industrielle de 1 500 à 2 000 kg/ha et en plantation villageoise 1 000 kg/ha en moyenne.

## **XII.10. Organisation et perspectives de la filière**

Très structurée dans les pays d'hévéaculture les plus anciens (Malaisie, Inde...), la filière hévéa se caractérise globalement par :

- ✓ une atomisation de la production en raison de la prédominance du secteur familial (85 % de la production du caoutchouc naturel provient des plantations villageoises);
- ✓ un poids du secteur des plantations industrielles très variable d'un pays à l'autre (très faible en Thaïlande, très fort encore en Côte d'Ivoire par exemple) ;
- ✓ une activité de première transformation des produits de l'arbre (latex, coagula...) assurée soit par les grandes sociétés de plantation qui, en plus de leur propre production, peuvent traiter celles des planteurs non usiniers (Afrique), soit par des usiniers indépendants (*remillers* d'Asie) ;
- ✓ un réseau de collecte des produits plus ou moins développé selon le pays (très développé en Asie, beaucoup moins ou inexistant en Afrique et Amérique Latine), et reposant sur différents niveaux d'intermédiaires (*traders*) qui approvisionnent les centres d'usinage ;
- ✓ un négoce fondé soit sur des marchés de gré à gré, aujourd'hui en pleine expansion, passés entre non facturiers et centres d'usinage, soit sur un réseau de négociants installés à la fois dans les pays producteurs et les pays consommateurs de caoutchouc ;
- ✓ une implication encore forte de certains Etats dans l'encadrement des projets de développement familiaux mais qui tend toutefois à s'atténuer depuis le début des années 90 ;
- ✓ une restructuration et une replantation du secteur familial financés longtemps (et parfois encore) par des taxes parafiscales (Thaïlande) ou des fonds de la Banque mondiale, de l'Agence française de développement et d'autres organisations internationales (Indonésie, Côte d'Ivoire), ou parfois par les deux (Malaisie) ;
- ✓ une efficacité souvent limitée des services publics de vulgarisation du fait de leurs faibles moyens.

# **Chapitre 13 : LE QUINQUINA**

## **XIII.1. Introduction**

Jusqu'à la 2<sup>ème</sup> guerre mondiale, la quinine constituait le principal produit dans la lutte anti-malaria. La recherche dans ce domaine a connu un tel succès que depuis lors, la quinine a été à certains moments, nettement supplantée par divers produits synthétiques: la Nivaquine, la Camoquine, le Fansidar, etc.

Les propriétés fébrifuges du quinquina sont dues à la présence dans l'écorce de nombreux alcaloïdes dont les plus importants sont :

- la Quinine ( $C_{20}H_{24}N_2O_2$ ) et son isomère la quinidine,
- cinchonine ( $C_{19}H_{22}N_2O$ ) et son isomère la Cinchonidine.

La teneur en alcaloïdes la plus élevée se trouve dans l'écorce des racines, ensuite vient le tronc et enfin les branches.

### **XIII.2. Origine**

L'usage de l'écorce du quinquina dans la lutte contre la fièvre était connu depuis très longtemps par les Indiens; d'où la plante est originaire de l'Inde. Dans ces régions, le quinquina se rencontre à des altitudes de 500 à 3000 m dans la forêt vierge.

### **XIII.3. Morphologie**

Le quinquina est un arbre ou un arbuste dont la taille varie entre 6 et 30 m de haut selon les espèces. Le diamètre atteint 50 à 60 cm au collet. La tige porte des nombreuses ramifications courtes. Comme chez toutes les Rubiacées, les feuilles sont opposées, simples, entières et persistantes. Les fleurs petites sont groupées en panicule terminale et elles sont hétérostyles (certains arbres portent des fleurs microstyles c'est-à-dire à styles courts et à étamines longues, d'autres étant macrostyles c'est-à-dire à styles longs et à étamines courtes). Un même pied ne porte jamais les deux types de fleurs. La pollinisation est croisée, donc entomophile (abeilles, papillons, mouches). Le système racinaire est presque dépourvu de pivot; il est essentiellement constitué de quelques racines traçantes et d'un important chevelu superficiel dont de nombreuses radicules apparaissent à la surface du sol. Cela rend la plante sensible à la saison sèche.

### **XIII.4. Classification**

Le genre *Cinchona* appartient à la famille des Rubiacées, il comporte de nombreuses formes et de nombreux hybrides, à tel point que le nombre d'espèces n'est pas connu avec exactitude. Les espèces économiques sont *C. Ledgeriana* ou quinquina jaune, *C. Succirubra* ou quinquina rouge, *C. calisava* et *C. officinalis*. Parmi les hybrides, on peut citer *C. Ledgeriana x C. Succirubra = C. Hybrida* ; *C. officinalis x C. Succirubra = C. Robusta*. La principale espèce cultivée est *C. Ledgeriana* ; ensuite vient *C. Succirubra*.

### **XIII.5. Ecologie**

Le milieu d'origine du quinquina est la forêt humide de montagne. La plante est généralement cultivée à des altitudes variant entre 1000 et 2200 m. Sur le plan de la température, la plante exige un climat à faibles variations annuelles, avec une température moyenne de 15 à 16 °C. Le quinquina exige un climat très humide avec une humidité relative variant autour de 80%, il faut aussi des pluies abondantes et bien réparties sur toute l'année. Ici chez nous, la plante est cultivée seulement à l'Est du pays, dans le Kivu.

### **XIII.6. Culture**

#### **1. Propagation**

La multiplication du quinquina se fait habituellement par semis. On peut aussi utiliser le greffage ou des boutures terminales.

##### **a. Semis**

Il faut veiller à employer les graines aussi fraîches que possible parce qu'elles perdent très rapidement le pouvoir germinatif. Elles sont semées dans un germe ombragé dans lequel on se contente de presser les graines sur un substrat (superficiellement).

On utilise 1,5 à 2 g de graines par m<sup>2</sup>. Lorsque les plantules ont développé 2 à 3 paires des feuilles c'est-à-dire à 7 - 11 mois après le semis, on les repique dans une pépinière ombragée. A ce stade, on effectue une 1<sup>ère</sup> sélection en éliminant les plantules mal formées ou chétives. On repique à 20 cm x 10 cm.

### **b. Greffage**

Le greffage est opéré en pépinière sur des plants de la grosseur d'un crayon. Compte tenu de sa rusticité et de sa vigueur, *C. succirubra* sert généralement de porte-greffe et *C. ledgeriana* fournissant le greffon. La méthode de greffage utilisée est la greffe en fente de côté.

### **c. Bouturage**

Cette méthode n'est plus utilisée car les plants issus de bouture ont souvent un enracinement faible et sont peu vigoureux et peu productifs.

## **2. Préparation du terrain**

La préparation du terrain comprend un labour profond sur un terrain plat, alors que sur le terrain accidenté, on se contentera de labourer les lignes de plantation et puis, on procédera à la trouaison. Rappelons aussi que la non incinération est toujours recommandée.

## **3. Mise en place**

Elle a lieu au début de la saison de pluies, 8 à 10 mois après le repiquage dans la pépinière, soit 15 à 21 mois après le semis lorsque les plantules ont environ 30 cm de haut. On plante très serré à environ 1 m en tous sens. Des éclaircies ultérieures conduiront à une densité finale de l'ordre de 25% de la densité initiale. Cette pratique présente l'avantage que les arbres d'éclaircie fournissent déjà une partie de la récolte.

Avant la mise en place, on procède au toilettage de plantules en réduisant au tiers la surface foliaire. Lors de la mise en place, il faut comme toujours veiller à ce que le collet soit au niveau du sol et à bien disposer les racines.

## **XIII.7. Entretien**

Il comprend les opérations suivantes :

1. Les sarclages jusqu'à ce que le sol soit complètement couvert. Les sarclages sont très importants car le quinquina est très sensible à la concurrence des mauvaises herbes.
2. L'entretien de haies antiérosives qui doivent être rabattus régulièrement de peur qu'elles ne concurrencent la culture principale.
3. A partir de 3 à 4 ans, on procède à des élagages périodiques de manière à obtenir un fût unique et bien développé de 2 m de haut environ. L'écorce des branches coupées est récoltée.
4. En même temps, on procède à des éclaircies successives dès que les arbres se touchent. Ces éclaircies ont pour conséquence de réduire progressivement la densité de plantation à 1/4 de la densité initiale et cela à l'âge de 8 à 12 ans.

## **XIII.8. Récolte**

La récolte commence avec les élagages et les éclaircies. La récolte totale a lieu vers l'âge de 8 à 12 ans. A ce stade, l'écorce atteint sa teneur maximale en quinine et la croissance de l'arbre devient très faible. La récolte comprend :

- l'abattage et le dessouchage des arbres,
- le débitage des racines, troncs et branches,
- l'écorçage par battage à l'aide des sticks.

Les écorces sont ensuite classées selon leurs provenances (racines, troncs, branches). Après la récolte, les écorces sont mises à sécher au soleil, à l'ombre ou dans un séchoir artificiel.

Le séchage terminé, les écorces sont broyées et mises en sac en attendant l'extraction. Les écorces fraîches contiennent 70 à 75% d'eau que le séchage doit réduire à 10%. Une tonne d'écorces fraîches donne environ 350 kg d'écorces séchées.

Le rendement est fonction entre autres de l'importance des élagages et des éclaircies, de l'âge de la plantation à la récolte et du développement des arbres.

## **Chapitre 14 : LE JATROPHA**

### **XIV.1. Origine et répartition géographique**

*Jatropha curcas* est une plante ancienne. Des formes fossiles datant de l'ère tertiaire auraient été découvertes au Pérou. Son origine est néanmoins controversée puisque certains auteurs la situent dans les régions sèches du Brésil (Caatingao, Etat de Ceara) alors que pour d'autres, ce serait plutôt l'Amérique centrale ou le Mexique. Il semble que ce soit cette dernière origine qui soit officiellement retenue. Cependant, son existence très ancienne établie par les traces fossiles remonte à la période où les continents n'étaient pas encore individualisés, aussi beaucoup d'hypothèses peuvent être envisagées. Il semble que la plante fut introduite au 16<sup>ème</sup> siècle aux îles du Cap Vert par les marins portugais, puis en Guinée Bissau pour se répandre ensuite en Afrique et en Asie. On la trouve actuellement dans toutes les régions tropicales et intertropicales ainsi que sur les îles tropicales.

Son aire de distribution naturelle se situe principalement dans les zones arides et semi-arides mais on la rencontre également dans les régions tropicales humides comme le Guatemala (> 4000 mm/an), ou le Nord du Vietnam et de la Thaïlande. Ainsi, son aire de culture se situe entre les latitudes 30°N et 35°S.

### **XIV.2. Systématique et description botanique**

*Jatropha curcas* appartient à l'ordre des Euphorbiales, à la famille des Euphorbiacées et à l'espèce *curcas* dont les caractéristiques les plus distinctives sont la présence du latex dans les feuilles et les tiges, ainsi que des fruits tricoques.

Le genre *Jatropha* renferme environ 150 espèces dont on peut citer quelques unes qui sont :

- *Jatropha gossypifolia* L.: C'est une espèce originaire de l'Amérique tropicale et introduite dans certaines régions chaudes du monde.
- *Jatropha multifida* L.: C'est une espèce d'Amérique tropicale, introduite dans toutes les parties chaudes du monde et connue en République Démocratique du Congo sous le nom d'arbre à corail à Boma dans la province du Bas-Congo. Elle est cultivée comme plante ornementale, parfois subspontanée dans les jachères ou en savanes.
- *Jatropha kamerunica* : Cette espèce possède quelques variétés dont nous citons : la variété *uelensis* cultivée à Ubangi-Uelé dans la province orientale. *Le Jatropha kamerunica* est originaire de l'Amérique tropicale avec comme habitat les savanes.

*Jatropha curcas* est un arbuste qui peut atteindre une hauteur de 1 à 8 m en culture. La durée de vie de la plante est de plus de 50 ans. *Jatropha curcas* est une espèce résistante à la sécheresse et est largement cultivé sous les tropiques comme haie vive car elle n'est pas consommée par les animaux. Les ramilles (branches très petites), les pétioles et les pédoncules sont glabres ou rarement glabrescents. Les feuilles sont simples et alternes, allant jusqu'à 17 cm de long et 15 cm de large. Les inflorescences sont souvent multiflores, en corymbe, de 1 à 7 cm pour le pédoncule. Les bractées sont lancéolées elliptiques mais un peu pubescentes.

Les fleurs mâles sont vert-jaunâtres. Le pédicelle est articulé et les sépales plus ou moins elliptiques de 4 à 5 mm de long. Les étamines au nombre de 8 à 10, sont longues de 6 à 7 cm, glabres dont les externes

sont soudées sur 1 à 2,5 mm et les internes sur 5 mm. Les fleurs femelles sont vert-jaunâtres.

Les fleurs mâles s'ouvrent pendant 8-10 jours, alors que les fleurs femelles s'ouvrent seulement pour 2-4 jours. Il y a un phénomène de protogynie chez jatropha (ouvertures des fleurs femelles avant les fleurs mâles). Ce mécanisme favorise la pollinisation croisée. A Fogo (îles du Cap Vert), on a observé au contraire qu'un décalage entre la floraison mâle et femelle pourrait être dû aux conditions environnementales. La pollinisation est faite par les insectes.

La maturité du fruit est atteinte 3 à 4 mois après la fécondation. Le fruit est une capsule presque sphérique, de 4 cm de long et 3 cm d'épaisseur, à trois loges séparées (les carpelles) contenant chacune une graine. Le fruit est vert lorsqu'il se forme, puis il jaunit et devient rouge-noir ridé et rugueux. Il contient 1, 2 ou 3 graines séparées les unes des autres par une cloison. Les fruits secs et mûrs restent sur la plante et libèrent rarement les graines, même en tombant au sol, car les carpelles restent soudés du côté du pédoncule des graines.

### **XIV.3. Ecologie**

L'aire d'expansion de la plante montre que le Jatropha aime la chaleur. L'arbre tolère une température moyenne annuelle de 11 à 28 °C, mais sa température optimale se situe entre 20 et 28 °C. La résistance à un gel léger est probablement un facteur variétal et les différents écotypes ne présentent pas la même sensibilité. Cette faculté d'adaptation est à prendre en compte en cas de plantation dans des zones d'altitude.

La pluviométrie est un facteur important du rendement. Des études montrent que le Pourghère donne une production faible avec un régime pluviométrique minimal de 500 à 600 mm/an, et elle devient optimale avec un niveau de précipitations de 1200 à 1500 mm.

Les besoins minimums pour sa survie sont de 300 mm/an (une exception est toutefois relevée dans les conditions des îles du Cap Vert, où les précipitations ne sont que de 250 mm, mais où l'humidité de l'air est très importante).

Les principaux caractères adaptatifs permettant au Jatropha de résister à la sécheresse sont :

- ✓ le développement racinaire de surface et de profondeur, qui assure à la plante un bon approvisionnement en eau ;
- ✓ la protection cuticulaire ;
- ✓ la réduction ou l'élimination du feuillage en saison sèche, qui limite au maximum les pertes par transpiration.

Le Jatropha s'accommode principalement à basse altitude (0 - 500 m). Il peut toutefois s'adapter à des altitudes plus élevées. Les variables de rendement (nombre de branches par arbre, fruits par branche, fruits par arbre, graines par arbre) ont été les plus élevées pour la plus haute altitude.

Même si d'après l'ensemble des auteurs, le Jatropha s'accommode bien dans la plupart des conditions édaphiques, la plante préfère les sols profonds, de texture sableuse, à structure grumeleuse, où son système racinaire peut se développer de manière optimale. Elle est également capable de croître entre les rochers sous lesquels il y a un peu de terre, et on peut la cultiver sur des sols secs et caillouteux.

Les sols argileux conviennent mal au Jatropha, sa croissance racinaire est en effet réduite dans les sols lourds et compacts, et la plante est sensible à l'engorgement qui peut se produire dans ce type de sol (. D'une manière générale, le Jatropha ne doit pas être implanté dans un sol présentant un risque d'engorgement, même éphémère (Vertisols, sols argileux lourds).

Les sols peu profonds ne conviennent pas aux plants produits à partir de graines qui développent une longue racine : la profondeur doit être au minimum de 45 cm. Ils peuvent éventuellement convenir

pour les boutures, dont le système racinaire ne se développe qu'en surface, à condition d'avoir une pluviométrie suffisante tout au long de l'année, ou un dispositif d'irrigation. Le pH du sol ne doit pas être supérieur à 9. Dans des sols très acides, la plante peut avoir besoin d'un apport en calcium et en magnésium.

#### **XIV.4. Culture**

##### **A. Techniques de propagation**

Les trois techniques utilisées généralement pour la propagation de *Jatropha curcas* sont le semis direct en champ, le semis en pépinière et la plantation des boutures.

##### **Semis direct en champ**

Lorsque les graines ont été stockées pendant un certain temps, une pré-germination est nécessaire. Elle consiste à plonger les graines dans l'eau froide pendant 12 à 24 heures. Après avoir préparé le sol (défrichage, labour, fertilisation organique), on procède au semis de 2 ou 3 graines par trou aux écartements de 3 m x 2m, 3 m x 3 m ou 4 m x 3 m. La profondeur de semis varie entre 4 à 8 cm. Les graines germent 3 à 7 jours après le semis selon l'humidité du sol.

Le semis direct présente l'avantage suivant : il requiert un investissement moindre par rapport à la plantation de jeunes plants. Les inconvénients de cette technique sont entre autres : le problème du pouvoir germinatif des graines, la plantation n'entrera en production qu'à la deuxième année et la quantité importante de graines à l'hectare.

La réussite de cette méthode dépend de la profondeur et de la date de semis, de la qualité de graines, de l'humidité de sol et de la qualité de préparation de sol.

##### **Semis en pépinière**

La mise en place de la pépinière passe par la préparation de terreau ou compost dans les pots en plastiques, le semis des graines (2) dans les pots. L'entretien de la pépinière comporte les opérations suivantes : le démariage un mois après semis, l'arrosage une fois tous les trois jours et le contrôle des maladies et ravageurs. Avant la transplantation au champ, on procède au défrichage ou au débroussaillage, au labour et à la trouaison (30 cm x 30 cm x 30 cm). Après le repiquage, il faut 1 à 2 mois pour procéder au remplacement des plants qui n'ont pas repris.

Cette méthode présente les avantages et inconvénients suivants : le pourcentage de réussite de la plantation est élevé, une bonne résistance des plantes à la sécheresse et les plantes entrent en production dès la première année dans certaines régions. Mais il est à noter que sa mise en œuvre coûte cher.

##### **Plantation des boutures**

Le choix du matériel végétal doit être rigoureux : Identifier et choisir les branches ou tiges moyennement lignifiées, découper les boutures de 30 cm de longueur avec au moins 4 nœuds, repiquer le plutôt possible, à défaut conserver dans un endroit frais et à l'ombre. La réussite de cette technique est fonction de l'âge de la plante à laquelle les découpages sont réalisés, la position du découpage au sein de la plante, du sol dans lequel la bouture sera plantée (aération et drainage).

Par contre, les inconvénients de cette technique sont : les haies plantées par les découpages développent des racines latérales plus étendues et les plantes de jatropha entrent en concurrence pour l'humidité et les aliments avec d'autres cultures. Les plantes propagées par bouturage montrent aussi une longévité inférieure et possèdent une résistance faible face à la sécheresse et aux maladies que des plantes propagées par la graine. Elles n'entrent en production qu'à partir de la deuxième année. Cette méthode requiert aussi du matériel végétal important avec des risques d'insuffisance en cas de plantation à grande échelle.

L'avantage de cette technique est qu'elle demande un investissement moindre par rapport à la plantation de jeunes plants. Il est à préciser que les plantes issues de la multiplication végétative donnent à leur première année de production, un rendement en semences plus élevé que des plantes établies par semis direct. Les différences dans des rendements en graines des plantes produites à partir des différentes méthodes de propagation, disparaissent probablement après quelques années.

Cependant, une fois soumises à une contrainte de basses précipitations, les plantes issues de la pépinière et de semis direct produisent plus que celles issues de la multiplication végétative. Ceci se justifie par le fait que les plantes de semis (direct et de la pépinière) possèdent un enracinement profond qui leur permet de résister à la sécheresse.

On constate que le jatropha planté par l'ensemencement direct vit plus longtemps que celui planté par des découpages et cette méthode n'est pas recommandée pour l'établissement de plantation à grande échelle.

Une autre possibilité de multiplication végétative est la micro-propagation in vitro. La micro-propagation in vitro consiste à reproduire un individu à partir d'un fragment qui est placé sur un milieu nutritif synthétique. Cette technique permet d'obtenir rapidement un grand nombre d'individus à partir d'une plante mère présentant un génotype sélectionné pour sa performance.

## **B. Taille et induction de la floraison**

Il existe deux formes de taille : la taille de formation, destinée à donner une forme à l'arbre afin de faciliter les opérations culturales notamment la récolte, et la taille de fructification, pour augmenter et régulariser la floraison, donc le rendement.

Beaucoup d'auteurs supposent qu'une ramification précoce de la plante aurait un effet déterminant sur le rendement car les inflorescences se développent seulement au bout des branches, donc plus la plante a de branches et plus elle produirait de fruits.

La taille intervient 3 à 4 mois après la mise en place définitive. Elle consiste à couper le bourgeon terminal des plantes pour favoriser la formation de branches latérales et maintenir l'arbre à un niveau qui facilite la cueillette. Cette pratique représente une technique de conduite de la culture pour optimiser le rendement. On devra également tailler des nouvelles branches formées jusqu'à ce que la plante ait un nombre suffisant de branches (plus de 30) capables de donner au moins 1 kg de graines (par plante).

## **C. Fumure**

La fertilisation azotée est fondamentale pour la production et le développement végétatif de la plante. Le phosphore participe à la fois à la croissance de la plante et au développement des racines dans les premières phases de la culture. Durant la période de floraison, il stimule la production de fleurs, accélère la maturation et augmente la production et le remplissage des graines. Le potassium assure le transport et le stockage des sucres, il contribue également à la floraison et au développement des fruits.

Actuellement, on ne connaît pas exactement la fertilisation optimale pour la culture de Jatropha, mais la fertilisation ci-après peut être appliquée :

- ✓ 30 kg /ha N et 10 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> la première année ;
- ✓ 45 kg/ha N et 20 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> les années suivantes.

## **D. Cultures intercalaires**

Les expériences de cultures intercalaires de Jatropha ne sont pas nombreuses, mais ne semblent pas présenter de contre indication particulière, si ce n'est d'éviter une association avec une autre

euphorbiacée, comme le Manioc ou l'Hévéa (Jatropha pourrait être une plante hôte pour les mêmes bioagresseurs).

Pour la mise en place d'une culture intercalaire, il est préférable que les plants de Jatropha soient issus de graines et non de boutures, car celles-ci développeraient des racines latérales de surface entrant en concurrence avec celles de la culture associée. On recommande d'implanter des cultures annuelles entre les rangs, afin d'amortir la mise en place de la culture de Jatropha en permettant la rémunération du producteur avant l'entrée en production du jatropha.

#### **XIV.5. Récolte**

La récolte du jatropha doit se faire lorsque la capsule vire au jaune et les graines au noir. C'est à ce moment que les paramètres maximums de taille et de poids sont atteints, et que la graine présente un taux de germination maximal. La maturité physiologique de la graine semble donc atteinte quand la capsule se colore en jaune, c'est-à-dire 57 jours après pollinisation dans certaines conditions.

La récolte est l'un des points clés de la faisabilité économique de la production d'huile de Jatropha, le prix des graines dépendant du temps de récolte. Le moment et la durée de la période de récolte varient beaucoup en fonction des conditions du site. Dans les régions semi-arides, la récolte s'étend sur 2 mois environ, avec une fréquence de passage quotidienne à hebdomadaire. Dans des conditions où la saison des pluies est longue, l'arbre donne des fruits toute l'année. Cette maturité échelonnée représente un frein à beaucoup de formes de récoltes mécaniques.

Le rendement varie selon les conditions climatiques et de culture, les écotypes, l'âge de la plantation, etc. Il est de 0,4 à 12 tonnes de graines par hectare.

#### **XIV.6. Maladies et ravageurs**

Contrairement à la croyance selon laquelle la toxicité et les propriétés insecticides de la plante lui épargnent la présence de ravageurs, beaucoup d'insectes n'y sont pas sensibles et l'on trouve notamment des insectes de l'ordre des Héteroptères sur les arbres de Jatropha dans la plupart des aires de distribution.

En monoculture, *Jatropha curcas* L. est souvent ravagé par des maladies et insectes nuisibles qui sont pour la plupart peu connus. Parmi les ravageurs, on cite *Stomphastis thraustica* Meyrick (lépidoptères dont les larves se nourrissent de l'intérieur des feuilles et minent ces dernières), *Pempelia morosalis* (lépidoptères qui se nourrissent des inflorescences mais s'attaquent aussi aux capsules de la plante), *Aphthona dilutipes* (coléoptères, dont les larves se nourrissent des racines des plantes alors que ses adultes s'attaquent au feuillage et aux fruits en développement), *Agnosoma trilineatum* et *Scutellara nobilis* (héteroptères, dont le premier se nourrit de la graine de Jatropha, le second peut provoquer des chutes de fleurs, des malformations de graines ou encore l'avortement de fruits), les grillons (*Brachytrupes membranaceus*, Orthoptères qui s'attaquent aux jeunes plants lors de la mise en place).

La cochenille farineuse (*Phenacoccus manihoti*) qui attaque le manioc, est un autre ravageur représentant une menace potentielle pour la culture de jatropha. L'insecte s'attaque aux feuilles et en période de floraison et de fructification, on observe une chute de fleurs et de fruits. Les dégâts sont plus importants en saison sèche et sur les plantes chétives.

Des champignons et virus divers s'attaquent également à la culture de jatropha.

#### **XIV.7. Importance de jatropha dans le secteur de l'énergie**

La plus grande source d'énergie en Afrique est le bois (81%). Le bois est en grande partie utilisé pour la préparation des repas, soit directement, soit sous forme de charbon de bois.

L'huile de jatropha convient déjà, actuellement, sans autre raffinage, comme combustible dans les moteurs diesel à chambre de précombustion, ou des moteurs diesel à course lente. Ainsi, l'huile de jatropha devrait d'ores et déjà pouvoir s'utiliser, par exemple, comme combustible dans les générateurs d'électricité et remplacer l'huile lourde.

Par ailleurs, le biodiesel tiré de l'huile de jatropha par transestérification est d'une grande qualité pour être utilisée dans le moteur diesel, sans adaptation préalable.