

COURS DE PHYTOTECNIE SPECIALE

Plan du cours

Généralités

Chapitre 1 : Les céréales

Chapitre 2 : Les légumineuses à graine

Chapitre 3 : Les autres amylacées

Chapitre 4: Les légumes

Chapitre 5 : Les plantes stimulantes

Chapitre 6: Les plantes à épices

Chapitre 7: Les cultures sucrières

Volume Horaire : 60 heures

Objectifs : Connaissance des cultures annuelles et techniques de leur production.

Contenu : Conduite des principales cultures.

Chargé du cours : Dr ISSINE AGOUBLI

Introduction Générale :

De phuton : plante et technè : l'art, la phytotechnie est l'ensemble des techniques visant à faire produire par le sol sous un climat donné, le maximum des végétaux utiles dans les meilleures conditions économiques et écologiques. Quand elle s'applique à la production des différentes espèces (spécifications), on parle de la phytotechnie spéciale.

En matière de développement agricole, l'accroissement de la production est souvent la préoccupation prioritaire alors que la productivité a ses limites. Or, dans le contexte de l'agriculture (agriculture durable), la durabilité se réfère principalement à la capacité de rester productif tout en maintenant la base des ressources. Elle consiste à gérer de manière efficace les ressources utilisables par l'agriculture dans le but de satisfaire les besoins changeants de l'être humain, tout en veillant au maintien voire à l'amélioration de la qualité de l'environnement ainsi qu'à la préservation des ressources naturelles. L'agriculture est durable si elle est :

- écologiquement saine ;
- économiquement viable ;
- socialement équitable ;
- humaine ;
- adaptable.

➤ **Définitions de quelques mots**

- **La jachère :** C'est l'état d'une terre labourée qui n'a pas étéensemencée pour la laisser se reposer. C'est un moyen d'améliorer simultanément le degré de fertilité des terres fatiguées et leur capacité de résistance à l'érosion.
- **Agriculture itinérante :** Forme d'agriculture où la fertilité du sol est entretenue en faisant la rotation des parcelles.
- **Agriculture biologique :** création de sols et plantes saines par le recyclage des éléments contenus dans le sol sans avoir recours aux engrais chimiques
- **Agriculture de subsistance :** grande partie consommée par le producteur
- **Agriculture écologique :** ou écoculture l'objectif est d'améliorer l'environnement ou de réduire la nuisance)
- **Monoculture/ Polyculture**

La monoculture consiste à mettre en culture une seule culture sur toute la surface d'une exploitation agricole. C'est la culture répétée d'années en années d'une même culture sur la

même parcelle. Quand il existe deux ou plus de deux cultures, on parle de polyculture ou de culture mixte.

- **Assolement** : C'est la pratique qui consiste à diviser la surface agricole utile d'une exploitation en autant de parcelles qu'il y a des cultures à mettre en place. Chaque partie de terre soumise à la rotation est appelée sole.

- **Succession des cultures**

C'est une pratique qui consiste à changer chaque année (ou toutes les n années) l'espèce cultivée dans une parcelle. Si la même culture revient de manière cyclique sur la même parcelle, On parle de rotation des cultures. Le choix de la succession des cultures sur une parcelle doit suivre une logique. La tête de rotation est la première culture mise en place au cours d'une rotation de culture. En général, la tête de rotation est la culture la plus exigeante ou la culture prioritaire. Dans une rotation de cultures, l'horizon du sol exploré par le système racinaire, la sensibilité aux parasites et aux mauvaises herbes, le travail du sol nécessaire à la mise en place de chaque culture doivent être pris en compte. Dans une succession de culture, on doit aussi penser à l'effet du précédent et la sensibilité du suivant.

- **Itinéraire technique**

L'itinéraire technique est la suite chronologique de l'ensemble des actes techniques (du travail du sol à la récolte) appliqués à un peuplement végétal. Le calendrier des opérations et le niveau d'application sont bien définis dans un itinéraire technique. L'agriculteur doit faire un choix à partir d'une hiérarchisation des objectifs à réaliser c'est-à-dire il doit placer les opérations par ordre de priorité.

Les principales étapes du cycle de végétation

*** Germination et la levée**

La germination de la graine est la première étape du cycle de végétation. Elle consiste à la sortie de l'embryon ou germe de la graine hors des téguments. La germination est donc le passage de la plantule de la vie ralentie à la vie active.

Pour que cette germination se réalise, il faut que la graine remplisse des conditions externes et internes.

- **Les influences externes** : sont *l'eau, l'air et la chaleur*. En effet, c'est l'**eau** qui, traversant le tégument et pénétrant dans les cellules, déclenche le développement du germe et les réactions biochimiques qui l'accompagnent. C'est l'**air** qui les permet, puisque tout tissu végétal respire. C'est enfin la **chaleur** qui les assure ; la mise en route et l'activité sont fonctions de la chaleur.

- **Les conditions internes** (ce sont les conditions liées à la graine) : La graine doit être **vivante**, bien constituée (**bonne réserve** alimentaire), bien **mûre**, et enfin, il faut que la semence **ne soit pas vieille**.

L'ensemble de ces quatre (4) conditions internes constituent la faculté germinative d'une graine.

On exprime la faculté germinative, par le nombre de semences qui ont germé normalement pour (100) cent semences placées dans les conditions normales de germination.

L'énergie germinative c'est la rapidité de germination. On dit que l'énergie germinative est suffisante, quand *plus de la moitié* des semences, ont germé dans le **tiers** du temps nécessaire à la germination.

* **Vigueur à la levée**

Plusieurs facteurs peuvent occasionner collectivement ou individuellement une faible vigueur à la levée. Parmi ces facteurs on peut citer :

- l'excès ou le manque d'eau,
- une faible fertilité du sol,
- l'acidité du sol,
- une température trop élevée ou trop basse ou une brûlure occasionnée par le vent de sable.

* **Tallage**

C'est la période à laquelle le jeune plant émet des tiges secondaires appelées talles. *Une densité de semis trop forte inhibe le tallage*. Ce dernier peut être :

- encouragé par manque de compétition entre les plantes,
- favorisé par l'apport de la fumure azotée,
- stimulé par la destruction ou la mort du bourgeon de la tige principale occasionnée par les insectes ou les maladies ou bien un passage par le rouleau. Il s'agit là d'une réponse hormonale et d'un mécanisme de survie de la plante.

Le tallage est aussi une caractéristique variétale ; certaines variétés de sorgho ne tallent pas.

* **Montaison**

C'est la période où la tige se dégage du plateau de tallage et émet des nœuds et entre-nœuds. Cette phase est aussi caractérisée par la différenciation et le grossissement des *inflorescences* (épis ou panicules) qui montent dans les *gainés foliaires* (partie basale de la feuille qui

entoure plus ou moins complètement la tige sur une longueur variable). La montaison se termine à la fécondation.

Une faible fertilité du sol, le stress hydrique, les dégâts causés par les insectes et les maladies peuvent retarder l'élongation des entre-nœuds, ce qui résulte à l'obtention d'une plante courte.

* **Floraison**

C'est un stade facilement observable, il permet d'estimer le cycle de la plante. La floraison est le début de la phase reproductrice avec l'apparition des organes reproducteurs. Ce stade s'observe quand plus de la moitié (50%) des plantes d'une ligne ou d'une parcelle ont la moitié de leurs épis (chez le blé) ou panicules (chez le sorgho) en fleur.

* **Nouaison**

Transformation de la fleur fécondée en fruit, début de la formation du fruit.

* **Fructification**

Elle correspond à la formation du fruit qui va contenir les graines.

* **Maturation de la graine**

La graine est issue du développement de l'ovule fécondée par l'organe mâle. Dans le fruit, elle prend sa forme et sa taille définitive. Sa maturité passe par :

- la maturité de récolte.
- la maturité physiologique.

Groupes de plantes

a. Les plantes saisonnières ne vivent que durant une saison ou durant quelques mois avant de disparaître en ne laissant que leurs graines. Exemple : maïs, riz, sorgho, haricot, arachide.

b. Les plantes bisannuelles dont le cycle de végétation s'échelonne sur deux années ;

- *La première année* : la graine donne une plante accumulant des réserves dans un organe (racine, tige, feuille).

- *La deuxième année* : les réserves accumulées vont permettre, après le froid hivernal, d'obtenir les graines servant à multiplier la plante. Exemple : l'oignon.

c. Les plantes pérennes ou vivaces restent durant de nombreuses saisons sur le terrain. Elles ont la particularité d'avoir une partie de leur cycle de végétation qui se renouvelle tous les ans durant plusieurs années. A partir de la graine, il se forme une plante qui, arrivée à un certain stade de croissance va produire des graines ou fruits tous les ans.

Chapitre 1 : LES CEREALES

1.1 Généralités

Une céréale est une plante cultivée principalement pour ses grains utilisés dans l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques, souvent moulus sous forme de farine, mais aussi en grains et parfois sous forme de plante entière (fourrages). Les grains des céréales sont des fruits, appelés caryopses. Le terme « céréale » désigne aussi, spécifiquement le grain de ces plantes. Leur nom vient du latin *cerealis*, qui fait référence à Cérés, déesse romaine des moissons. Dans la classification mondiale des céréales, on peut avoir dans l'ordre, en termes d'abondance de production : le blé, le riz, le maïs, l'orge, le sorgho et le mil. Selon la FAO (2004), la norme officielle de besoins céréaliers annuels pour le Tchad est de 159 kg/an par personne mais le Tchad ne dispose que de 113 kg/an par personne, bien inférieure à la norme. Selon le nutritionniste Thierry Souccar(2006), l'intérêt nutritionnel des céréales repose sur quatre grandes raisons essentielles:

1) les céréales contiennent des glucides et fournissent de l'énergie qui permet d'entretenir les besoins de l'organisme de façon continue. Elles ne font pas grossir mais au contraire, préviennent l'obésité.

2) Les céréales contiennent également des acides aminés très variés. Il suffit 100 grammes de céréales pour couvrir les besoins quotidiens d'un adulte en acides aminés essentiels.

3) Les céréales complètes contiennent aussi des lipides. Les trois quarts de ces lipides sont des acides gras insaturés, dont l'intérêt diététique est aujourd'hui parfaitement reconnu spécialement en ce qui concerne la prévention d'un excès de cholestérol et de ses graves conséquences sur le plan cardiovasculaire

4) Les céréales complètes contiennent un très grand nombre d'éléments majeurs qui participent au bon fonctionnement de l'organisme; des vitamines notamment des vitamines de groupes B, et de la vitamines E, des substances minérales et des oligo-éléments.

En dehors de leur remarquable avantage nutritionnel les céréales alimentaires possèdent toutes une valeur énergétique importante puisque 100 grammes apportent en moyenne 330 à 385 Kcal.

I. Le sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

I.1. Généralités

Le sorgho, (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) est une céréale du genre *Sorghum*, de la famille des poaceae (ex Graminées) et de la tribu Andropogoneae. Il est difficile de déterminer quand et où il a été domestiqué. Cependant, il peut être admis qu'il est originaire

de l'Afrique. Le nom sorgho vient du latin « surgere » signifiant «se lever ». Plusieurs types sont cultivés au Tchad mais Bezot (1962) rapportent les grands groupes suivants :

- *Type hâtif* : Cultivé pour la soudure, derrière les maisons, ils sont de faibles qualités, le grain est farineux et le rendement peu élevé souvent par suite des dégâts causés par les oiseaux.

- *Type d'hivernage* : C'est une variété à cycle variable, généralement semé aux premières pluies (mai) et récolté en Octobre-Décembre. Les qualités du grain varient suivant les espèces ainsi que les rendements. Ils sont cultivés à peu près en proportions égales les types à bière et les types pour la nourriture.

- *Types repiqués sur terres argileuses, après le retrait des eaux d'inondation* : Les façons culturales sont réduites; il n'y a pas de houage pour préparer le terrain, et l'entretien se résume généralement à deux sarclages.

I.2 Description des principaux organes du sorgho

Le sorgho comme la plupart des végétaux supérieurs est une plante autotrophe. Il possède un métabolisme en C₄ lui conférant une bonne efficacité synthétique. Son système racinaire est très développé et muni de nombreux poils radiculaires. Le système racinaire peut atteindre 110 à 130 cm de profondeur. Quant à la tige, elle peut faire 0,5 cm à 5 cm de diamètre et 0,5 à 5 m de haut. Les feuilles sont distribuées de façon variable le long de la tige. Certaines variétés de sorgho ont des poils de taille microscopique sur la face inférieure des feuilles. Leur présence est intéressante car elle est associée à la résistance des jeunes plantes, à la mouche du pied (*Atherigonasocata*). La graine de sorgho est un caryopse. On évalue souvent le poids du caryopse avec des échantillons de 1000 graines qui peut peser 60 à 85 grammes. A maturité, un grain de sorgho mesure 3,5 à 5 mm de long et 2,5 à 4,5 mm de large.

I.3. Facteurs climatiques

Le sorgho est une plante tropicale qui s'adapte à de nombreux milieux. Ses besoins en eau varient dans une fourchette de 350 mm à 750 mm en fonction de la longueur du cycle, de la masse du couvert végétal, et de la demande évaporative. Pour assurer un rendement maximal du sorgho, il faut que la plante puisse consommer de façon régulière 400 mm pour un cycle court, 700 mm pour un cycle long. Mais compte tenu des différentes pertes par percolation notamment le ruissellement et l'évaporation, ainsi que les possibilités réelles d'absorption du système racinaire du sorgho et la capacité de rétention du sol, l'offre en eau due aux précipitations doit être supérieure d'au moins 30 à 40 % aux besoins de la plante. Il faut donc une pluviométrie bien répartie située entre 500 et 600 mm pour une variété de cycle court, 650 à 800 mm pour une variété de cycle moyen, 950 à 1100 mm pour une variété de cycle long si l'on veut assurer le rendement optimal dans des conditions de bonne fertilité des sols.

Les besoins en eau du sorgho augmentent pendant le cycle pour atteindre un maximum à la floraison (environ 6 à 7 mm/Jour). Une période trop pluvieuse pendant la maturation peut réduire la qualité de la production ou même casser les tiges. La croissance du sorgho est réduite lorsque la température ambiante est inférieure à 20°C (House, 1987). L'optimum de croissance se situe vers 33 - 34°C, avec une humidité maximale du sol. Le développement floral et la formation des grains se déroulent normalement jusqu'à 40 - 43°C (Louis, 1995). La fécondation est réduite au-delà de 40°C avec une humidité relative de 30%. Généralement, face à un déficit hydrique du sol, les activités physiologiques du sorgho sont réduites et peuvent être nulles si cette contrainte dure longtemps (Louis, 1995 ; Blum, 1984). Aussi, House (1987) rapporte-t-il que le sorgho résiste plus à l'excès d'eau que le maïs.

I.4. Facteurs édaphiques

Le sorgho est cultivé sur des sols variés et supporte une large gamme de pH. La meilleure situation est celle d'un sol sablo-argileux, profond, bien drainé. La fertilité d'un sol n'étant pas le seul gage de la réussite d'une culture, il faut aussi que l'état et le mouvement de l'eau et de l'air dans le sol ainsi que le régime thermique du sol soient convenables. Le sorgho présente une meilleure tolérance que le maïs au sel et à l'aluminium.

I.5. Besoins nutritifs

Des expériences ont montré que le pivot de la fumure est l'azote (N). Cependant, l'azote n'est complètement valorisé que si les quantités de phosphore disponible pour la plante sont suffisantes et cela dépend de la richesse du sol en cet élément. C'est ainsi qu'on considère que toute fertilisation minérale du sorgho doit être à base d'engrais binaire NP. Des études ont montré que l'utilisation de l'eau par la plante dépend du niveau d'alimentation en azote du sorgho. Néanmoins, pour éviter que les autres éléments nutritifs deviennent des facteurs limitant à cause des antagonismes, il faut avoir un sol équilibré. Ainsi, Guigou (1976) expérimentant sur la mobilisation des principaux éléments sur les parties aériennes du sorgho au nord du Cameroun affirme que le potassium (K) est le premier à être mobilisé suivi dans l'ordre de l'azote (N), du magnésium (Mg), du calcium (Ca), du phosphore (P) et enfin du soufre (S). Les besoins en éléments minéraux sont généralement déterminés par l'analyse de la matière sèche totale d'une plante (ou par l'analyse foliaire le plus souvent). Cette analyse permet de quantifier les différents éléments présents et de prévoir pour un type de sol donné les doses d'engrais minéral à apporter pour compenser les exportations des plantes.

I.6. Itinéraire technique

Au Tchad, les activités agricoles s'organisent autour d'un calendrier annuel en lien étroit avec les conditions climatiques. Il n'y a pas de calendrier cultural fixe car le semis dépend de l'eau

de la pluie qui peut commencer en mai ou quelques fois en juillet. Quant au reste des étapes, les descriptions faites par Louise et *al.* (2007) en Côte d'Ivoire et Adeline (2007) au nord du Cameroun sont à retenir.

I.6.1. Préparation du sol et semis

Le semis se fait après un labour de 30 - 40 cm de profondeur après une bonne pluie. On peut aussi semer sans labour préalable. Il faut 10 à 15 kg de semences par hectare. On sème sur les billons si le champ est labouré à la charrue ou au tracteur. Quand il n'est pas labouré un écartement qui peut varier de 50 cm entre les lignes et les poquets ou 80 cm entre les lignes et 50 cm entre les poquets doit être suivi. Cinq à 10 graines par poquet sont mises à une profondeur de deux à trois cm. Deux à trois semaines après le semis, il faut démarier à trois plants par poquet puis repiquer les pieds issus du démariage dans les poquets vides après une bonne pluie (30 à 40 mm).

I.6.2 Fertilisation

Pendant la préparation du sol, il convient d'apporter un engrais de fond (NPKSB 15 15 15 6 1) à la dose de 150 kg par hectare. Apporter 50 kg d'urée par hectare 45 à 50 jours après le semis, l'appliquer à cinq cm au moins, des plants. A défaut d'engrais minéral, apporter du fumier de ferme à la dose de 15 tonnes par hectare pour espérer avoir 1,3 à 2 t/ha. L'engrais minéral et le fumier peuvent être appliqués à la fois également.

I.6.3 Désherbage

Le désherbage est une étape très coûteuse en énergie et en temps. Il s'agit d'éliminer les mauvaises herbes qui peuvent occasionner des pertes de l'ordre 30% dans les pays en voie de développement surtout pendant la phase végétative. Manuellement, il faut deux à trois sarclages (au démariage, 2 à 3 semaines après le démariage et à la montaison). Chimiquement, il faut, traiter juste après les semis, avant la levée des plants de sorgho avec un herbicide de prélevée, par exemple Prima gram Gold 660 SC à raison de 2 l/ha.

I.6.4 Lutte contre les maladies

Les maladies les plus importantes sont les moisissures des graines (*Fusariose*), le mildiou (*Sclerosporasorghii*) et la pourriture charbonneuse (*Spacelothecasp.*). Pour lutter contre ces maladies, il faut entre autres, traiter les semences avec un mélange insecticide-fongicide qui peut être le Calthio C (matière active: 25% ChlorpyriphosEthtl + 25% Thirame WS) à raison de 250 g de produit commercial pour 100 kg de semences ou utiliser les variétés améliorées tolérantes.

I.6.5 Lutte contre le striga

Pour combattre le striga (*Striga hermonthica*), il faudrait semer une variété tolérante en rotation avec des légumineuses (arachide, niébé, soja). Arracher les plants de striga pour les empêcher de fleurir et de produire des graines.

I.6.6 Lutte contre les insectes

Les insectes ravageurs sont les foreurs de tiges, les pucerons qui s'attaquent aux feuilles et la cécidomyie (mouche) des fleurs. Les méthodes de lutte contre les insectes sont généralement basées sur des techniques culturales telles que l'élimination des résidus de récolte ou la rotation avec le coton ou des légumineuses.

I.6.7 Récolte

Récolter le sorgho lorsque les 2/3 des feuilles de la plante sont jaunes. Casser les tiges et couper les panicules ou faucher les tiges puis couper les panicules. Une fois que la récolte est faite, les sont étalés épis pendant deux à trois jours au soleil (figure 2a) avant de les mettre sur le hangar (figure 2b) ou dans le grenier.

I.7 Activités post-récoltes

La récolte destinée pour une utilisation immédiate est laissée sur le hangar. La femme prélève une partie en cas de besoin. Elle la pile pour extraire les grains (Figure 3). D'habitude c'est la récolte de la femme qui est gérée de cette façon. Par contre, la récolte du mari est mise dans le grenier et sert à faire face aux plus grands problèmes (Figure 4). En effet, pour régler un problème, une partie de la récolte est vendue ou des animaux. A l'approche de la saison des pluies, s'il reste encore beaucoup de mil dans le grenier, les hommes le font battre (Figure 5) puis les femmes séparent les grains du son en les vannant (Figure 6). Les grains sont mis dans des grands sacs de 100 kg environ. La quantité pour la consommation de la famille en attendant la nouvelle récolte est gardée et le reste est vendu au marché. Le prix des céréales évolue par rapport aux moments des récoltes. Quand une céréale est stockée pendant plus d'une année, elle n'est pas beaucoup appréciée pour le couscous qui est la principale voie d'utilisation.

II. Le mil (*Pennisetum glaucum*)

II.1. Généralités

Le mil à chandelle ou mil pénicillaire est une céréale de la famille des poacées et de la tribu des paniceae. Il est une culture très importante dans les régions semi-arides de l'Afrique et de l'Inde. Les contraintes relatives à sa production sont multiples et variées. Elles concernent à la fois les contraintes biotiques (les maladies, les insectes, les adventices et le faible potentiel productif des variétés locales), abiotiques (contraintes édaphiques et climatiques) et socio-économiques. Le mil à chandelle a été domestiqué au Sahel il y a 4000 à 5000 ans à partir de

Pennisetumviolaceum (Lam.) Rich. Il a atteint l'Amérique tropicale au XVIII^e siècle, et les Etats-Unis au XIX^e. Le mil est une céréale courante des zones semi-arides d'Afrique occidentale et des régions les plus sèches d'Afrique orientale et australe, ainsi que du subcontinent indien. Il (*Pennisetumglaucum*) est la sixième céréale la plus importante du monde. Avec le sorgho, ils constituent la base de l'alimentation humaine dans les zones sahéliennes de l'Afrique. Les graines du mil sont utilisées dans l'alimentation humaine et animale. Les tiges s'emploient couramment dans la fabrication de clôtures, en toiture et en construction, comme combustible et aussi comme fourrage, de qualité médiocre.

II.2. Description des principaux organes

Plante annuelle vigoureuse, la tige varie de 1 à 3 m de haut, formant des talles à la base et aux nœuds ; Son système racinaire est extrêmement abondant ; les nœuds situés au niveau du sol produisent parfois des racines aériennes fortes et épaisses. La tige mince, de 1-3 cm de diamètre, solide, est souvent densément poilue en dessous de la panicule. Le fruit est un caryopse globuleux à cylindrique ou conique, de 2,5-6,5 mm de long, diversement coloré, de blanc, nacré ou jaune à gris-bleu ou brun, parfois violet, avec le hile marqué d'un point noir bien visible à maturité. Le poids de 1000 graines est de 2,5-16 g. Le genre *Pennisetum* comprend environ 80 espèces réparties dans toutes les régions tropicales. Les feuilles ont une longueur variant de 20 à 100 cm pour une largeur de 5 à 50 mm. La longueur de l'épis varie aussi de 10 cm à plus de 100 cm.

II.3. Croissance et Développement

La durée entre la germination et la maturité se situe entre 75 à 180 jours en moyenne. Au début du développement, les racines croissent davantage que les parties aériennes. Le mil produit un système racinaire dense et étendu, qui peut atteindre une profondeur de 1,2 -1,6 m. Les talles basales se forment 2-6 semaines après le semis, et lorsqu'il est semé en poquets largement espacés, jusqu'à 40 talles peuvent être produites, en particulier chez les cultivars à cycle long. Les talles secondaires issues des nœuds supérieurs des tiges sont une réponse courante à la sécheresse ou à des dégâts subis par la tige ou l'inflorescence. Ces talles aériennes produisent 2-3 feuilles et une petite inflorescence dans les 10-20 jours ; elles peuvent contribuer pour 15%, parfois jusqu'à 50%, au rendement en grain. Il faut 15-20 jours entre la différenciation de l'inflorescence et la floraison. Le mil possède un système de reproduction protogyne, qui favorise l'allogamie sans l'imposer ; il arrive qu'il y ait au moins 10% d'autofécondation, en fonction du chevauchement de la floraison parmi les fleurs de la même inflorescence et parmi les talles. De fortes précipitations, des températures basses et le

stress hydrique diminuent la formation de graines. Le remplissage du grain met généralement 22-25 jours. Le mil se caractérise par une photosynthèse en C₄.

II.3.1. Facteurs climatiques et édaphiques

Le mil est une espèce qui s'adapte bien aux zones semi-arides chaudes avec des températures moyennes de 28°C pendant la saison des cultures. Dans la zone où les précipitations sont de 250-400 mm, où des températures très élevées sont courantes, en particulier au moment de la plantation, c'est la céréale dominante. La température optimale pour la germination des graines de mil est de 33–35°C ; aucune germination n'a lieu en dessous de 12°C. Pour la production et le développement des talles, la température optimale est de 21-24°C, et pour l'induction et le développement des épillets elle tourne autour de 25°C. Des températures extrêmement élevées avant l'anthèse diminuent la viabilité du pollen, la taille des panicules et la densité des épillets, ce qui réduit les rendements. Le mil supporte toutes sortes de types de sols, en particulier les sols légers et acides. Son système racinaire dense et étendu lui permet de pousser sur des sols pauvres en nutriments. Il ne tolère pas l'asphyxie racinaire.

II.4. Itinéraires techniques

II.4.1. Mise en place de la culture

- Le labour du sol permet un meilleur développement de la plante augmentant ainsi le rendement. Le mil est cultivé sur des sols légers contenant plus de 65% de sable, donc facile à travailler.

- Le semis peut être réalisé à sec ou après une pluie de 20 mm ou plus. Les semences sont souvent traitées au thioral à raison de 50 g pour 10 kg de semence. Le mil est habituellement semé en poquets dont l'espacement varie entre 45 cm x 45 cm et 100 cm x 100 cm en champ paysan en fonction du système de culture et de la nature du sol. L'ouverture des poquets se pratique à la houe ou au bâton, on y jette une pincée de graines et on recouvre le trou de terre à l'aide du pied. La densité se situe généralement dans une fourchette de 20 000-50 000 plantes par ha en culture pure. Les quantités de semences s'échelonnent de la même façon, de 2-5 kg par ha. Le mil est souvent cultivé en association avec une, voire plusieurs cultures, dont le niébé, le sorgho et l'arachide. Au premier désherbage, on éclaircit pour ne laisser que 2 ou 3 plants par poquet. Le semis en ligne facilite l'exécution des sarclages en culture attelée.

II.4.2. L'entretien de la culture

Deux à trois sarclages à la main ou en traction animale sont nécessaires. Le démariage à deux plants par poquet se fait au premier sarclage dix à quinze jours après le semis. Un buttage est effectué généralement trente jours après le semis. Le buttage peut augmenter le rendement de 350 à 450 kg en année de faible pluviosité.

II.4.3. Fumure

Le mil répond bien à la fumure organique et à la fumure minérale. Les doses annuelles de 50 à 100 kg de phosphate triple sont nécessaires à la préparation du sol et 100 kg d'urée en deux apports (au démarrage et à la montaison). S'il est possible, 5t/ha de fumure organique sous forme de fumier de parc ou de compost est indispensable en plus.

La rotation mil/légumineuse est intéressante. Elle permet par rapport à la monoculture, un gain de de 200 à 350 kg/ha de grains.

II.4.4. Lutte

L'épi vert, causé par le mildiou (*Sclerosporagraminicola*), le charbon (*Tolyposporiumpenicillariae*), la rouille (*Puccinia substriata* var. *penicillariae*) et l'ergot (*Claviceps fusiformis*) sont d'importantes maladies du mil, aussi bien en Afrique qu'en Asie. Les oiseaux sont les principaux ravageurs du mil, en particulier *Quelea*spp. Il est essentiel de mettre en place des épouvantails pendant plusieurs semaines avant la moisson. Les paysans d'Afrique de l'Ouest ne récoltent que la superficie qu'ils peuvent protéger des oiseaux. Les cultivars à longues soies dures sont moins vulnérables que ceux qui en sont dépourvus. La foreuse des tiges (*Coniestaigrefusalis*), la mineuse des chandelles (*Heliocheilusalbipunctella*) et la cécidomyie (*Geromyiapenniseti*) sont importantes par endroits. Les autres ravageurs sont des vers blancs, des sauterelles, des criquets, et différents lépidoptères. Comparé aux autres céréales, le mil est attaqué par un nombre limité d'insectes. Ils peuvent cependant revêtir une grande importance dans certaines régions. *Strigahermontica* peut quelques fois l'attaquer gravement. C'est une plante parasite qui peut constituer un danger redoutable pour le mil. Elle s'attache aux racines des plantes hôtes et y prélève les éléments nutritifs. Quand l'infestation est sévère, il n'y a pas production d'épis. La sécheresse et la faible fertilité des favorisent l'infestation des parcelles par le *striga*.

II.4.5. Récolte

Le mil se récolte manuellement, en cueillant les chandelles ou en récoltant les plantes entières. Chez les cultivars dont les talles mûrissent de façon inégale, plusieurs cueillettes sont nécessaires. Les rendements en grains vont de 250 kg/ha dans les régions les plus sèches à 500-1500 kg/ha dans les principales régions de production. Les moyennes de rendements en Afrique et en Inde sont d'environ 670 et 790 kg/ha respectivement. Dans des conditions optimales, les hybrides peuvent atteindre des rendements en grains de 5t par ha en 85 jours ; des rendements de 8 t par ha ont même été obtenus. Chez les variétés locales, le rendement en matières sèches provenant des parties aériennes peut s'élever à 3-10 t/ha. Chez les hybrides

sélectionnés spécialement pour le fourrage, ce chiffre s'élève à 10-20 t/ha, au cours d'une même saison.

II.4.6. Traitement après récolte

La récolte de mil est mise à sécher au soleil pendant quelques jours. En Afrique, il est courant de conserver les chandelles entières dans des greniers surélevés. Il arrive qu'elles soient entreposées dans des trous. Des cendres ou des feuilles de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) peuvent être disposées en couches pour réduire les attaques des insectes. Le battage s'effectue d'habitude manuellement lorsqu'on a besoin de grain. S'il est sec et bien protégé contre les insectes, le grain peut se conserver convenablement à température ambiante pendant plusieurs années. La farine de mil, à moins d'être moulue à sec et bien emballée, est de médiocre qualité du point de vue de sa conservation, car elle rancit du fait de sa forte teneur en huile.

III. Le maïs (*Zeamays*)

III.1. Généralités: Le maïs (*Zeamays*) est une céréale de la famille des poaceae et de la tribu des andropogoneae. C'est la seule plante cultivée dont l'ancêtre sauvage n'est pas connu avec certitude. Il aurait été domestiqué dans la région centrale du Mexique. Sa culture s'est ensuite propagée sur l'ensemble du continent américain puis à partir du XVI^{ème} siècle sur tous les continents. Il serait arrivé en Afrique au XVII^{ème} siècle. Le maïs est la céréale dont la zone de culture est la plus vaste. Elle s'étend de la latitude 40° Sud à la latitude 58° Nord. Les utilisations du maïs varient beaucoup selon le niveau économique du pays. Dans ceux à faible revenu, il est surtout réservé pour l'alimentation humaine directe sous forme d'épis immatures, de farine de semoule. En revanche dans les pays développés, il constitue une matière première pour l'alimentation du bétail. Les germes du maïs donnent de l'huile utilisée dans l'alimentation humaine, dans la fabrication du savon, vernis, etc... Il est aussi utilisé comme fourrage vert.

III.2. Description des principaux organes du maïs

Le maïs est une céréale herbacée annuelle à tallage faible ou presque nul. Il présente une large diversité morphologiquement selon les variétés. La tige constituée de l'écorce et de sa moelle peut mesurer 0,6 à 6 m. C'est un empilement de nœuds et d'entre-nœuds. Au niveau de chaque nœud, on trouve une feuille et un bourgeon axillaire. Les bourgeons de la base peuvent donner des talles et ceux du milieu un ou plusieurs épis et le bourgeon terminal la panicule.

III.3. Croissance et Développement

Le maïs est une plante monoïque et porte deux types d'inflorescence. Les fleurs mâles groupées sur la panicule terminale ramifiée et les fleurs femelles associées sur un ou plusieurs épis insérés à l'aisselle des feuilles. Chez le maïs, les différentes phases du développement de la plante correspondant aux différentes composantes qui conditionnent le rendement final, se succèdent au long de la vie de la plante.

III.4. Facteurs climatiques et édaphiques liés à la production du maïs

- Du fait de son métabolisme photosynthétique en C4, il a des exigences en température assez élevées à la germination. En dessous de 10°C, la germination est impossible. Un maïs de 120 jours, demande au moins 600 mm de pluies bien réparties. La sécheresse est particulièrement dommageable au moment du semis mais sa forte influence sur le rendement se trouve au moment de la floraison. De même, l'excès d'eau peut provoquer l'asphyxie ou la pourriture des racines. Le vent peut provoquer les casses. Les fortes températures provoquent des brûlures sur les feuilles.

- Les sols acides ou salés provoquent des chutes de rendement. On peut éviter les sols acides. Quant aux sols acides, un chaulage peut être proposé, mais il n'est pas rentable.

III.5. Itinéraire technique

III.5.1. Mise en place de la culture

Le labour plat, sur billons ou sur buttes avant semis peut augmenter le rendement de 20%. Il est recommandé de semer tôt au début des pluies, à une profondeur de 3 à 5 cm et de traiter préalablement les semences avec un mélange de fongicide et d'insecticide. Le poids de semences par hectare est de l'ordre de 15 à 25 kg. En cas de semis manuel, on trois à quatre graines tous les 50 cm et on démarie à 2 plants. Avec un semoir mécanique, on sème un grain tous les 20 à 25 cm (pour 80 cm entre les lignes).

III.5.2. Entretien et lutte contre les ennemis de la culture

L'enherbement exerce une concurrence très forte sur la culture du maïs, notamment entre les quinze et les quarante-cinq jours qui suivent le semis. Un sarclage tôt est bénéfique. En tout, trois sarclages manuels sont indispensables. Le sarclage mécanique facilite le travail mais il est plus utilisé en culture attelée et motorisée. Le plant du maïs est généralement résistant aux maladies. La lutte chimique contre la maladie n'est quasiment pas justifiée. La lutte chimique contre les mauvaises herbes n'est souvent pas rentable. En cas de fortes attaques sur des maïs hautement

productifs, on peut envisager l'épandage avec des gants, d'insecticides granulés disposés sur les cornets foliaires, au cours de la période de croissance.

III.5.3. Fumure

La fumure du maïs dépend des rendements espérés et du système de culture. Par exemple, pour avoir 30 q/ha en côte d'Ivoire, on utilise un apport de 30-54-54 soit 300 kg/ha de 10-18-18 et 45 unités d'azote à la montaison.

III.5.4. Récolte

Il peut être récolté en épis frais pour une utilisation rapide ou à maturité pour être consommé en grains. Les grains se récoltent secs pour éviter le développement des moisissures et parfois des mycotoxines. Les techniques traditionnelles associent stockage et séchage. Les épis sont séchés au soleil, si possibles démunis de leurs spathes dans les zones où la récolte se fait en saison sèche. L'égrainage peut se faire immédiatement après la récolte s'il est sec (humidité optimum de 13%), après le séchage ou au fur et à mesure des besoins.

IV. Le riz (*Oryzasativa*)

IV.1. Généralités :

Le riz (*Oryzasativa*) constitue l'aliment de base de plus de la moitié de l'humanité. Outre son utilisation directe dans l'alimentation humaine, il est utilisé pour fabriquer l'alcool, l'huile, les produits pharmaceutiques etc... Les sous-produits de transformation et la paille sont utilisés en alimentation animale. Les balles (ou enveloppes du riz) servent de combustibles et les cendres d'engrais. L'évolution d'*Oryzasativa* s'est faite en Asie, mais il n'y a aucune certitude sur l'époque ou sur le lieu de sa domestication. Depuis l'Asie, il est parvenu en Afrique tropicale par plusieurs voies. Par contre, c'est probablement d'Egypte, qu'il a été introduit vers 800-900 après J-C., puis il aurait migré vers l'Afrique de l'Ouest. De nos jours, il est cultivé dans toutes les régions tropicales humides et dans de nombreuses zones subtropicales et tempérées où la période hors-gel dépasse 130 jours. La Thaïlande est le plus gros exportateur de riz blanchi (26% du commerce mondial environ), suivie par le Vietnam, l'Inde, les Etats-Unis, la Chine et le Pakistan. Tous les pays d'Afrique tropicale sont des importateurs nets de riz blanchi. Plus d'un tiers de la consommation de riz en Afrique tropicale est satisfaite grâce aux importations. La longueur du cycle végétatif varie de quatre-vingt jours à plus de deux cent cinquante jours. Les rendements moyens sont de 1,4 t/ha en Afrique tropicale et de 4,1 t/ha en Asie, tandis que la moyenne mondiale générale est de 4,0 t/ha. Les rendements sont

habituellement plus élevés pendant la saison sèche que pendant la saison humide, et plus élevés pour le riz de basses terres que pour le riz pluvial.

IV.2. Description des principaux organes

Le riz est une plante herbacée annuelle qui peut atteindre 1,8 m de haut (et jusqu'à 5 m de long chez certains types flottants). Chaque grain germé donne naissance à une touffe pouvant compter jusqu'à trente talles au stade végétatif. Un nombre limité, jusqu'à une quinzaine peut donner des panicules. Le poids de 1000 grains varie de 20 à 45 g. Les racines fibreuses, partent de la base des pousses. Les feuilles sont alternes et simples. Le limbe linéaire, se rétrécit en une pointe aiguë, de 12-65 cm × 0,5-2 cm, vert vif à glauque, glabre ou pubescent, lisse sur la face inférieure, légèrement rugueux sur la face supérieure, avec une nervure médiane généralement distincte. L'inflorescence est une panicule terminale atteignant 50 cm de long, érigée, courbée ou pendante, à 50-500 épillets ; rameaux solitaires ou groupés, quasi érigés à étalés.

IV.3. Croissance et développement

Le riz se multiplie par graines. On peut semer les graines directement au champ, à la volée ou au semoir, ou bien repiquer des plants issus de semis en pépinière. Le semis direct se pratique sur des sols secs ou boueux. Sur ces derniers, les graines (pré germées) se sèment à la volée. En riziculture tropicale, après le semis, on maintient le niveau de l'eau à 0-5 cm. Sur sol sec, on sème juste avant ou après le travail du sol. Dans le second cas, on recouvre alors légèrement les graines de terre. On sème juste avant l'arrivée des pluies et la germination a lieu après de fortes précipitations ininterrompues. Cette méthode offre la possibilité de profiter des premières pluies pour la croissance initiale de la culture. On sème le riz à la volée ou on le plante dans des trous à l'arrivée des pluies. Il est souvent cultivé en tête de rotation ou associé avec d'autres plantes comme le manioc, le maïs, le sorgho, le niébé, l'arachide etc...

IV.4. Facteurs climatiques et édaphiques

La culture du riz se pratique sur sol sec ou inondé et à des altitudes qui vont du niveau de la mer jusqu'à au moins 2400 m. La température moyenne pendant la saison de croissance varie de 20–38°C. Des températures nocturnes inférieures à 15°C peuvent entraîner une stérilité de l'épillet. Des températures supérieures à 21°C lors de la floraison sont nécessaires à l'anthèse et à la pollinisation. Le riz pluvial doit se voir garantir des précipitations d'au moins 750 mm,

sur une période de 3-4 mois, et ne tolère pas le dessèchement. Le riz de basses terres tend à se concentrer en plaine, dans les bassins fluviaux et les deltas. Les besoins moyens en eau du riz irrigué sont de 1200 mm par culture, ou 200 mm de précipitations par mois, ou une quantité équivalente produite par l'irrigation. L'humidité relative au sein du couvert végétal est élevée, car il y a de l'eau en permanence dans la plupart des cultures de riz. Une faible humidité relative au-dessus du couvert végétal au cours de la saison sèche, aggravée par des vents forts, peut entraîner la stérilité des épillets. Les sols sur lesquels pousse le riz varient beaucoup : leur texture va du sable à l'argile, avec une teneur en matière organique de 1-50%, un pH de 3-10, une teneur en sel atteignant 1%, et une présence de nutriments allant de la carence aiguë à l'excédent. Mais c'est sur les sols lourds et fertiles que le riz réussit le mieux. Pour un sol inondé, le pH optimal est de 6,5-7,0. La texture souvent sableuse des sols d'Afrique tropicale est une contrainte à la productivité, en raison du stress dû à la sécheresse, la faible fertilité inhérente du sol et son lessivage. Le riz de basses terres et le riz flottant peuvent être exposés aussi bien à la sécheresse qu'à la submersion totale. Sur les sols submergés, le pH tend à être neutre, c'est-à-dire que sur les sols acides il augmente tandis que sur les sols calcaires et sodiques il diminue. Les ions de Fe, de N et de S sont réduits, la présence et la disponibilité des éléments N, P, Si et Mo s'améliore, tandis que les concentrations de Zn et de Cu solubles dans l'eau diminuent. L'inondation des sols de rizières crée par ailleurs un environnement qui favorise la propagation des microbes anaérobies avec les changements biochimiques qui les accompagnent. Il en résulte un ralentissement de la décomposition de la matière organique. Toutefois, une fine couche superficielle demeure généralement oxydée et fait vivre les microbes aérobies.

IV.5. Itinéraire technique

IV.5.1. Semis

On distingue deux modalités de mise en place de la culture du riz : le semis direct et le repiquage. En effet, la mise en place de la culture commence d'abord par la préparation du sol. On fait un ou deux labours et plusieurs hersages en sol sec ou après la mise en eau lorsque la mise en place se fait sur boue. Le labour en fin de cycle est recommandé pour enfouir les résidus de récolte et aérer le sol. La préparation du lit de semis ou la mise en boue doit intervenir juste avant le semis ou le repiquage de manière à laisser un sol exempt de mauvaises herbes. Les paysans utilisent généralement 50-60 kg de graines de riz pour ensemencher un hectare. Les graines, prégermées, sont répandues sur la planche, que l'on maintient constamment détrempée. Les planches de pépinière sèches sont disposées à

proximité de la source d'eau, avant le travail du sol. Une fois semées, les graines sont ensuite recouvertes d'une mince couche de terre et arrosées à saturation pour permettre leur germination homogène. Dans les deux cas, les plants sont prêts à être repiqués 20-35 JAS. Lors du repiquage, les cultivars des fonds de vallées fertiles qui tallent beaucoup sont davantage espacés (30 cm × 30 cm) que ceux des champs sablonneux d'altitude, qui tallent peu (20 cm × 20 cm). Pour le riz irrigué, l'espacement est habituellement de 20 cm × 20 cm, et de 2-4 pieds par trou (500 000 -1 000 000 pieds/ha). En conditions de basses terres, la riziculture se pratique généralement seule. Lorsqu'on approche de la moisson, on pratique parfois une plantation en relais. En de nombreux endroits des tropiques, on peut produire 2, voire 3 récoltes de riz chaque année. La plus grande partie du riz est cultivée sur de petites exploitations, de 0,5-2 ha. La graine de riz germe en 24-48 heures. La température optimale de germination est de 30-32°C. La plupart des cultivars ont une dormance courte, voire nulle, mais chez certains d'entre eux, elle peut se prolonger jusqu'à 4 mois.

IV.4.2. Entretien

Si d'habitude la riziculture pluviale nécessite une main-d'œuvre relativement peu importante, le repiquage manuel du riz dans des sols mis en boue est une opération qui en réclame beaucoup. Le désherbage est généralement inutile dans les 2 premières semaines. Le désherbage manuel est la règle, mais la lutte chimique contre les adventices se répand aussi en Afrique tropicale, surtout dans les zones de riz irrigué. Trois désherbages pratiqués en temps voulu sont habituellement nécessaires pour le riz semé à la volée. Dans la production du riz de basses terres, la terre reste inondée depuis le moment de la plantation jusqu'à l'approche de la récolte. L'approvisionnement en eau se fait soit par inondation au cours de la saison des pluies, soit en faisant pousser le riz sur une terre naturellement marécageuse, soit sous irrigation maîtrisée. Le niveau de l'eau est maintenu à une hauteur de 5-15 cm, de manière à éliminer la croissance des mauvaises herbes et à garantir la disponibilité de l'eau. Une inondation ininterrompue et à profondeur constante, entre 2,5-7,5 cm, est ce qu'il y a de mieux. On peut drainer les champs de temps en temps pour faciliter le désherbage et la fertilisation. Au moment de la floraison, on diminue progressivement le niveau de l'eau jusqu'à ce que le champ soit presque à sec à la récolte. La période pendant laquelle le riz est le plus sensible au manque d'eau se situe entre 20 jours avant et 10 jours après le commencement de la floraison. L'épandage d'engrais reste limité dans la riziculture d'Afrique tropicale. C'est seulement pour le riz irrigué par une alimentation en eau maîtrisée et avec des cultivars modernes que les paysans ont recours à des quantités significatives

d'engrais minéraux. Les quantités d'engrais utilisées habituellement par ha sont de 60-120 kg de N, 10-20 kg de P et 0-30 kg de K. Pendant la saison sèche, on augmente les doses d'azote, lorsque le niveau de rayonnement solaire s'élève et que le grossissement des grains est plus important. Les engrais azotés ne s'épandent généralement qu'en surface, surtout avant ou pendant l'initiation des panicules. L'engrais se répand à la volée et manuellement. Les carences minérales les plus courantes dans la riziculture sont celles en azote et en phosphore, ainsi que celles en potassium et en soufre dans des zones restreintes, et parfois en zinc et en silicium sur les sols tourbeux. Une carence en potassium est souvent associée à une toxicité ferrique. Le riz pluvial souffre souvent d'une carence en soufre. Il y a souvent une carence en zinc dans les zones de rizières en raison d'un pH élevé et de la forte réduction du sol. Sous l'influence de cette réduction et d'un drainage interne insuffisant, plusieurs éléments toxiques comme le fer, qui inhibe l'absorption du phosphore dans la plante, peuvent s'accumuler aux abords de la racine. Souvent, un excès nuisible d'éléments tels que le calcium s'accompagne d'un manque d'autres éléments comme le phosphore, le fer et le zinc. Il est déconseillé de faire une double récolte là où existent des maladies physiologiques. En Afrique tropicale, il est rare qu'on épande des engrais organiques tels que fumier de ferme et compost sur les cultures de riz. Même si d'ordinaire l'incorporation de fertilisants organiques améliore l'état des sols, le résultat ne se voit pas immédiatement. La difficulté à s'en procurer, les problèmes de transport et l'importante quantité de main d'œuvre en jeu découragent également leur utilisation.

IV.4.4. Lutte

La maladie la plus courante et la plus importante du riz en Afrique tropicale est la piriculariose (*Pyriculariagrisea*, synonyme : *Pyriculariaoryzae*). Bien que cette maladie soit souvent liée au stress dû à la sécheresse, ce qui la rend particulièrement grave en culture pluviale et dans les endroits sujets à la sécheresse, elle peut aussi être importante ailleurs. Une faible intensité lumineuse, des déséquilibres nutritionnels (une carence en K en particulier), un apport excessif en N et des températures relativement basses (20-28°C) constituent des facteurs supplémentaires favorisant cette maladie. La piriculariose peut infecter les feuilles du riz, ses nœuds et ses parties florales, surtout la base de la panicule. D'autres maladies importantes du riz en Afrique tropicale sont la bactériose des feuilles (*Xanthomonasoryzae*pv. *oryzae*), le virus de la marbrure jaune du riz, l'helminthosporiose (*Cochliobolusmiyabeanus*), la brûlure de la feuille (*Microdochiumoryzae*), le rhizoctone (*Thanatephoruscucumeris*), la cercosporose (*Cercosporajanseana*) et la pourriture de la gaine provoquée par

Sarocladiumoryzae. Le recours à des cultivars résistants, une application judicieuse d'engrais azotés, une modulation de la date de plantation, une rotation des cultures ainsi que des mesures phytosanitaires et de quarantaine réduisent les pertes liées aux maladies du riz. La lutte chimique contre la piriculariose et les autres maladies du riz n'est pratiquement pas pratiquée en Afrique tropicale. Les nématodes attaquent les racines et les jeunes feuilles non déployées, et dans certaines régions d'Afrique tropicale, ils font chuter la production de riz. La plupart des espèces d'insectes qui entraînent des dégâts sur le riz au champ et sur les grains stockés en Afrique tropicale sont indigènes, et diffèrent de ceux que l'on trouve en Asie. Des insectes se nourrissant de l'intérieur des tiges tels que les foreurs de tiges, la mouche à yeux pédonculés et la cécidomyie font généralement les plus gros dégâts. Les espèces les plus courantes de foreurs de tiges en Afrique tropicale sont le foreur blanc (*Maliarphaseparatella*), le foreur rose (*Sesamiaspp.*) et le foreur rayé (*Chilospp.*). Les dégâts sont provoqués par leurs larves, qui se nourrissent de l'intérieur de la tige et détruisent le système vasculaire. Ce qu'on appelle le "cœur mort" est le dégât sur la talle avant la floraison. La "tête blanche" est un dégât survenant après la floraison et qui entraîne le dessèchement de toute la panicule. Les dégâts causés par la mouche à yeux pédonculés (principalement *Diopsismacrophthalma*) ressemblent au cœur mort provoqué par les foreurs des tiges, car cette mouche s'attaque généralement au pied de riz au début du tallage. Lorsque la larve de la cécidomyie (*Orseoliaoryzivora*) s'alimente, cela induit la gaine foliaire à se transformer en galle, et les talles à galles ne portent pas de panicules. Les insectes ravageurs les plus importants du riz stocké sont le charançon du riz (*Sitophilusoryzae*) et le capucin des grains (*Rhyzoperthadominica*). En effet, ces insectes peuvent complètement détruire les grains. On peut lutter contre les insectes par des méthodes chimiques, culturales et biologiques. En Afrique tropicale, les paysans ont recours aux insecticides mais à des niveaux bien plus modestes qu'en Asie. Il importe d'employer des méthodes diversifiées de protection des cultures, de manière à mettre en œuvre un système de lutte intégrée pour le riz d'Afrique tropicale qui soit durable, peu coûteux, et respectueux de l'environnement. Ce système doit faire appel tout à la fois aux cultivars résistants, aux méthodes culturales, à la lutte biologique, et en dernier ressort, à la lutte chimique lorsque les dégâts causés par les ravageurs menacent de dépasser le seuil du préjudice économique. Les méthodes culturales comprennent une approche sanitaire (la destruction des résidus de culture, des plantes relais, adventices comprises, et des biotopes des ravageurs), le travail du sol et la submersion des champs, la rotation des cultures, la culture associée, un bon calendrier de plantation et de récolte, la mise en place de cultures piège, ainsi qu'une bonne gestion des engrais et de l'eau. Les oiseaux

mangent les graines semées à la volée, gênent la croissance des jeunes plants repiqués et dévorent les grains de riz ; les pertes peuvent être très élevées. Les rongeurs s'attaquent également au riz à tous les stades de sa croissance ainsi qu'au grain stocké, et les pertes qui peuvent leur être imputées sont souvent importantes. Les escargots, les crabes et les crevettes provoquent des dégâts moins importants. Des adventices parasites du genre *Striga* peuvent aussi entraîner des pertes importantes dans le riz pluvial, par ex. *Strigaaspera* (Willd.) Benth. et *Strigahermonthica* en Afrique de l'Ouest, ainsi que *Strigaasiatica* (L.) Kuntze dans les îles de l'océan Indien.

IV.5.Récolte

Il faut récolter le grain avant qu'il soit complètement mûr (à environ 21–24% d'humidité), habituellement environ 30 jours après la floraison, ou lorsque 90% des grains sont fermes et n'ont pas une teinte verdâtre. L'humidification et le séchage peuvent être à l'origine d'un craquellement du grain, les fissures se formant plus facilement lorsqu'il est assez dur. La récolte manuelle, méthode la plus courante, réclame une main d'œuvre très importante. Dans certaines régions, on utilise un petit couteau, mais dans de nombreux endroits les paysans se servent d'une faucille pour faucher les panicules ainsi qu'une partie ou la totalité des chaumes. Les plantes de riz sont laissées à sécher au champ, ou liées en bottes pour être battues sur une aire choisie à cet effet. Le battage s'effectue en général à la main ; on frappe les bottes sur une pierre ou un tambour, ou bien on bat les panicules avec des bâtons en bois sur une toile. Toutefois, les batteuses motorisées ou à pédales remportent la faveur des cultivateurs. Le vannage se fait d'habitude en secouant le grain et en le faisant sauter sur un plateau tressé à bord étroit. Après vannage, on fait sécher le grain au soleil. Un bon séchage des grains de riz est capital pour éviter la germination et une rapide perte de qualité. Pour le stockage, la teneur optimale en humidité est de 12,5%. Après séchage, le grain de riz se conserve principalement en sacs. Le riz destiné à l'autoconsommation se conserve non décortiqué, car il est ainsi moins sensible à une détérioration. Lors de l'usinage du riz, le but est d'éviter de briser les amandes, car des amandes entières déterminent un prix plus élevé. Il y a différentes méthodes d'usinage. Lors de ces opérations, le grain produit environ : 20% de balle, 50% d'amandes entières, 16% d'amandes brisées, et 14% de son et d'issues. Le riz cargo ou riz décortiqué est généralement appelé riz complet.

Chapitre 2 : LES PLANTES OLEAGINEUSES

Les oléagineux sont des plantes cultivées pour leur graine ou leur fruit. En raison de leur richesse en matières grasses, on en extrait de l'huile à usage alimentaire, énergétique voir même industriel. Il existe deux grandes familles oléagineuses :

- ✓ Les graines oléagineuses issues de plantes-amande (arachide, tournesol, sésame, etc.)
- ✓ Les fruits oléagineux issus d'arbres (cocotier, avocatier, etc.).

I. L'arachide (*Arachis hypogaea*)

I.1. Généralités :

L'arachide est originaire du bassin amazonien ou sont originaires tous les genres arachis parmi les quelles seul *Arachis hypogaea* été durablement domestiqué. Elle aurait été domestiquée au XV^{ème} Siècle en extrême orient. Des types à deux graines originaires du Brésil ont été introduits en Afrique de l'Ouest, et des types à trois graines originaires du Pérou se sont diffusés de la côte ouest de l'Amérique du Sud vers les Philippines, d'où ils ont gagné le Japon, la Chine, l'Indonésie, la Malaisie, l'Inde, Madagascar et l'Afrique de l'Est. Elles se consomment crues, cuites à l'eau ou grillées ; on en fait du beurre de cacahuète, des confiseries et des amuse-gueule, et elles servent à épaissir les soupes ou à confectionner des sauces qui accompagnent la viande et le riz. Au niveau mondial, plus de 50% de la production d'arachide est broyée pour produire de l'huile destinée à la consommation humaine ou à des usages industriels (par ex. en cosmétologie). Les sous-produits sont utilisés dans les fourrages pour les pailles, combustibles, compost, alimentation humaine, ou animale. Les graines d'arachide s'emploient essentiellement dans l'alimentation et pour l'extraction d'huile. Le tourteau qui résulte de l'extraction d'huile constitue un aliment du bétail riche en protéines, mais on en fait aussi une farine utilisée dans de nombreux aliments destinés aux humains. Les coques d'arachide apportent des fibres dans les aliments du bétail, et servent de combustible, d'engrais et de paillage.

I.2. Description des principaux organes

L'arachide cultivée est une légumineuse annuelle de 30 à 70 cm de haut érigée ou rampante. La partie aérienne est portée par une tige principale. Les feuilles sont composées de deux paires de folioles elliptiques opposées au bout d'un pétiole inséré sur des ramifications alternes ou séquentielles. Les fleurs jaunes ou orangées, papilionacées prennent naissance à l'aisselle des feuilles. Elles flétrissent rapidement. Le système racinaire pivotant permet d'explorer un volume de sol important. Il porte des nodosités fixatrices d'azote atmosphérique caractéristique des légumineuses qui permettent à la plante d'enrichir le sol en azote lorsque

les conditions sont satisfaisantes. Le bon fonctionnement de ces nodosités est conditionné par la présence active des bactéries fixatrices dans le sol. La graine semée lève dans 3 à 4 jours. 10 à 20% des fleurs seulement donne des gousses qui parviennent à maturité. Dans les conditions optimales et en culture pluviale, l'arachide achève son cycle en quatre-vingt-dix jours (variétés hâtives), en cent vingt jours (semi-hâtives) ou cent quarante jours (tardives).

I.3. Croissance et développement

La température optimale du sol pour la germination des graines est de 25–30°C. Les températures basses retardent la germination et le développement et augmentent le risque de maladies des semis. Lors de la germination, la racine primaire s'allonge rapidement, atteignant 10–12 cm avant que les racines latérales n'apparaissent. Au fur et à mesure de la croissance, la couche externe de la racine primaire se détache, ce qui empêche les poils racinaires de se former. La ramification est dimorphique, présentant des rameaux végétatifs et des rameaux floraux réduits. Des rameaux secondaires et tertiaires peuvent se développer à partir des rameaux végétatifs primaires. La floraison peut débuter dès 20 jours après le semis (JAS), mais le fait plus couramment à 30–40 jours. Le nombre de fleurs produites chaque jour diminue au fur et à mesure que les graines mûrissent. Jusqu'à 50% des embryons peuvent avorter même dans des conditions de milieu idéales, mais ce pourcentage s'élève nettement en période de sécheresse ou d'autres stress écologiques. Cependant, les plantes peuvent produire une seconde récolte de graines si elles disposent encore d'assez d'humidité. L'arachide est autogame, mais il peut y avoir des allofécondations lorsque les abeilles pollinisent les fleurs.

I.4. Facteurs climatiques et édaphiques

Les températures inférieures à 15°C et supérieures à 45°C ralentissent ou bloquent la croissance. L'optimum se situe entre 25°C et 35°C. Les températures trop basses ou trop élevées auxquelles on s'expose sous climats tempérés et en contre saison chaude ou froide dans les zones tropicales ont pour effet de prolonger le cycle voire bloquer la germination ou le développement. Exemple: Des variétés de 90 jours en Afrique de l'ouest mettent 130 à 150 jours pour parvenir à maturité en France. Lorsque l'ensoleillement devient limitant comme en zone équatoriale ou dans le cas des cultures sous plantation d'arbuste, un déséquilibre s'observe sur le rapport fanes / gousses. L'arachide présente une sensibilité variable à la sécheresse. La période de floraison-formation des gousses (30-70 JAS) correspond à une phase de sensibilité à la sécheresse, alors que la phase finale de maturation est favorisée par une sécheresse relative. Des pluies à ce stade peuvent provoquer des germinations sur pied.

Une pluviométrie entre 500 et 1000 mm pendant la saison permet d'obtenir une bonne récolte mais la bonne répartition des pluies en fonction du cycle de la variété est plus importante que le total pluviométrique. L'irrigation d'appoint en période de stress hydrique ou de sensibilité maximale conduit souvent à une amélioration substantielle de la production.

Pour une bonne production, le sol doit être suffisamment meuble pour permettre la pénétration du gynophore puis l'arrachage des gousses mures. L'arachide requiert des sols bien drainés et aérés. Les sols à texture légères, meubles et perméables en particulier les sols sableux sont ceux qui conviennent le mieux. La culture de l'arachide sur sol lourd n'est conseillée seulement si le recours à la mécanisation et l'irrigation au moment opportun est possible. L'arachide est sensible à la sensibilité et à l'acidité des sols. L'acidité inhibe le développement des bactéries fixatrices d'azote.

I.5. Itinéraire technique

I.5.1. Mise en place de la culture

L'arachide se multiplie par graines, mais la multiplication végétative par bouturage est possible. Le poids de 1000 graines va de 150 à plus de 1300 g. Il est essentiel pour que la culture s'établisse correctement de semer des semences de haute qualité dans un lit de semis bien travaillé et bien humide. Les graines d'arachide s'enfouissent souvent à 4–7 cm de profondeur, à raison de 60–80 kg/ha. Les gousses destinées à produire des semences sont souvent décortiquées à la main 1–2 semaines avant le semis. On ne choisit que les gousses complètement mûres. Avant semis, on peut traiter les graines avec un fongicide pour prévenir les maladies des semis. En général, un semis précoce améliore les rendements et la qualité des graines. De plus, les cultures semées tôt courent moins de risques de souffrir de maladies telles que le virus de la rosette. Toutefois, la bonne date de semis dépend de la longueur du cycle du cultivar. Les types "Spanish", à petites graines, sont espacés de 60–75 cm entre les lignes et de 10 cm sur la ligne. Cela donne un peuplement optimal de 133 000–167 000 pieds à l'hectare. Pour les types "Virginia", à grosses graines, l'espacement est de 75 cm entre les lignes et de 15 cm sur la ligne, ce qui donne un peuplement optimal de 89 000 pieds à l'hectare. La culture de l'arachide peut être pratiquée à plat, ou sur billons. Sur billons, l'arachide tend à donner des rendements plus élevés, sans doute parce qu'il y a davantage de sol meuble, ce qui favorise le développement des gousses et facilite leur arrachage. En Afrique tropicale, l'arachide se cultive seule ou en association entre des lignes de céréales telles que maïs, sorgho ou mil. Il faut choisir un champ qui n'a pas porté l'arachide l'année précédente.

I.5.2. Entretien

L'arachide ne concurrence pas bien les adventices, surtout au début de son développement. Il faut désherber à fond au cours des premiers 45 jours. Une fois que le carpophore commence à se développer, on pratique un minimum de buttage. A ce stade, les mauvaises herbes sont arrachées à la main. On peut avoir recours à des herbicides en pré- et post-levée pour éradiquer les adventices, mais pour la plupart des paysans d'Afrique ils sont trop coûteux. Dans les bons systèmes de rotation, l'arachide bénéficie de la fertilité résiduelle : en effet, on ne redonne en général pas d'engrais si on a semé sur une terre correctement cultivée et déjà traitée avec un engrais équilibré. Mais pour s'assurer que la culture s'établisse bien, qu'elle donne un rendement élevé et des graines de bonne qualité, il faut épandre un engrais contenant du Ca, comme du gypse ou du superphosphate simple. Le calcium est absorbé directement par les gousses s'il y a suffisamment d'humidité dans le sol. Un déficit en Ca à l'endroit où elles se développent donne des gousses vides, surtout chez les cultivars du type "Virginia". L'arachide est habituellement une culture pluviale, mais au Soudan, elle se pratique sous irrigation. De préférence, il faut éviter de cultiver l'arachide plus d'une fois sur le même terrain dans une période de trois ans pour limiter les dégâts causés par les maladies propagées par le sol, les nématodes et les adventices. Adaptée à toutes sortes de rotations, elle peut suivre n'importe quelle culture bien nettoyée, comme le maïs, le sorgho, le mil, le manioc, la patate douce ou le tournesol. Afin de réduire les cas de maladies et de ravageurs, l'arachide ne doit pas être semée après le coton ou le tabac. Elle réussit bien sur les terres vierges ou immédiatement à la suite d'une culture prairiale ou d'une espèce bien fertilisée comme le maïs. L'intensité des soins qu'elle reçoit, extrêmement variable d'une région du monde à l'autre, dépend de son rendement économique ou du rôle que joue l'arachide dans le système agricole. Aux Etats-Unis, en Australie et dans certaines régions d'Amérique du Sud, l'arachide est une culture intensive pratiquée généralement avec beaucoup d'intrants mécaniques et chimiques. Dans de nombreux pays, l'arachide est une culture de rente destinée surtout à l'export.

I.5.3. Lutte contre les maladies

L'arachide est sensible à un grand nombre de maladies, telles que la cercosporose, la rouille (*Puccinia arachidis*), la rosette de l'arachide, la contamination à l'aflatoxine provoquée par les champignons *Aspergillus*. Les maladies foliaires de l'arachide figurent parmi les plus importants facteurs limitants du rendement en production arachidière. Les cercosporoses

précoce et tardive combinées à la rouille peuvent entraîner des pertes de rendement atteignant 70% ; même lorsqu'on emploie des fongicides, il y a quand même des réductions significatives de rendement. Un traitement fongicide à l'apparition de la maladie constitue un moyen de lutte efficace contre ces deux cercosporoses. Un poudrage des feuilles au soufre, en début de matinée lorsqu'il y a encore de la rosée, serait efficace aussi bien contre la cercosporose précoce que la cercosporose tardive. On a aussi observé que le recours au soufre augmentait le maintien des feuilles sur la plante, augmentant ainsi la quantité de tiges feuillées disponibles pour l'alimentation du bétail. Parmi les pratiques culturales pour lutter contre les cercosporoses, on peut citer la rotation des cultures et le brûlage des résidus de culture. Le virus de la rosette, transmise par le puceron *Aphis craccivora*, est endémique de l'Afrique subsaharienne et très répandu au Ghana, au Nigeria, au Malawi et en Zambie. C'est la maladie la plus destructrice de l'arachide, puisqu'elle conduit à des pertes de rendement de 30–100%. Un semis précoce à densité de plantation élevée empêche la propagation de la rosette en procurant au sol un couvert végétal complet le plus tôt possible, ce qui limite le déplacement des pucerons. On peut lutter contre les maladies en pratiquant la rotation des cultures. A l'échelle mondiale, les insectes ravageurs les plus importants sont notamment des pucerons (*Aphis craccivora*), des thrips (*Frankliniella* spp.), des cicadelles (*Empoasca dolichi* et *Hilda patuelis*), des vers blancs (larves de différents coléoptères) et des termites (surtout *Microtermes* spp.). Les ténébrions et les mille-pattes semblent moins fréquents. En général, les ravageurs du sol sont responsables de dégâts plus importants que les insectes suceurs ou phyllophages. Toutefois, les pucerons sont particulièrement nuisibles car ce sont eux qui transmettent le virus de la rosette. En Asie et en Afrique, les vers blancs, les termites, les mille-pattes, et les fourmis sont d'importants ravageurs. On a observé enfin que des plantes parasites (*Alectravogelia* et *Striga* spp.) provoquaient des dégâts à l'arachide dans différents pays africains.

I.5.4. Récolte

Le modèle de floraison indéterminé de l'arachide rend difficile la prévision de la date de récolte, pourtant d'autant plus cruciale que le rendement et la qualité en dépendent. Une récolte effectuée au bon moment garantit qu'un maximum de gousses ait atteint le poids le plus élevé et évite qu'elles ne tombent. Il existe des méthodes pour déterminer le meilleur moment pour récolter l'arachide, mais certaines dépendent des conditions de milieu ou bien leur coût est prohibitif. A l'heure actuelle, seules les méthodes de l'écossage et du grattage de la gousse sont couramment utilisées pour déterminer la maturité de l'arachide. La méthode de

l'écossage s'appuie sur des changements de couleur à l'intérieur de la paroi de la gousse (coque) qui surviennent au cours de la maturation de la gousse. Chez la plupart des cultivars, la surface interne de la paroi de la gousse, d'abord blanche, se couvre en grande partie de taches brunes ou noires. Au même moment, la couleur du tégument de la graine passe du blanc au rose foncé ou au marron. On prélève un échantillon de plantes et on ouvre les gousses. On détermine le pourcentage de gousses dont l'intérieur de la paroi est de couleur foncée. Il faut commencer à récolter lorsqu'on atteint 60–80%, mais les préconisations diffèrent. La méthode de l'écossage est employée partout parce qu'on peut la mettre en œuvre au champ sans manipuler davantage les gousses, qu'elle ne demande aucun outillage et qu'elle apporte une réponse immédiate. La méthode du grattage de la gousse, mise au point au début des années 1990, est aujourd'hui acceptée comme le moyen le plus fiable pour évaluer la maturité des types prostrés. Elle repose sur le fait que le mésocarpe de la cosse (zone située juste en dessous de la couche externe brun pâle de la cosse) passe successivement du blanc au jaune, puis à l'orange, au brun et au noir au cours de la maturation. Il faut disposer de référentiels de couleurs et d'un couteau de poche pour gratter la surface de la cosse. Dans la plupart des pays africains, ainsi qu'en Asie, la récolte est effectuée manuellement. Aux Etats-Unis, la récolte se fait normalement à l'aide d'une machine qui soulève, secoue et retourne les plantes. Lorsqu'on récolte à la main, on dégage les plantes à la houe, on les arrache, puis on les retourne afin d'exposer les gousses au soleil pour faciliter leur séchage. Une fois sèches, on arrache les gousses des plantes. Avec les moissonneuses mécaniques, les plantes sont soulevées proprement du sol et déposées retournées en andains. Les gousses doivent rester en andains jusqu'à ce que l'humidité soit de 18–24% en moyenne. Elles sont ensuite ramassées à l'aide d'une moissonneuse-batteuse. Les précipitations pendant l'andainage peuvent favoriser le développement de moisissures qui réduisent la qualité des graines pour la transformation. La qualité du produit est étroitement liée à la date et à la méthode de récolte ainsi qu'au séchage ; chaque étape est décisive pour obtenir cette qualité ou la maintenir. On fait sécher les gousses d'arachide jusqu'à ce qu'elles ne contiennent plus que 10% d'humidité environ. Se débarrasser des impuretés tôt aide à maintenir la qualité au cours du stockage. Du matériel de nettoyage destiné à l'élimination de ces impuretés a été mis au point, et fait appel à des cribles ou des grilles à bande. Le stockage des gousses se fait au grenier, en bidons, en bacs, en silos de béton, dans des entrepôts ou à l'air libre. Lors du stockage, la ventilation est déterminante pour empêcher l'accumulation d'humidité susceptible de favoriser le développement de moisissures et la production d'aflatoxine. Les excès de chaleur doivent être évités. Les sites de stockage doivent être fréquemment inspectés pour vérifier qu'il n'y a pas

d'humidité ou d'insectes, ceux-ci pouvant entraîner une forte baisse de la qualité. Les graines peuvent être protégées des dégâts mécaniques en les conservant et en les transportant en gousses. Dans de nombreuses régions, l'arachide n'est décortiquée que lorsqu'elle est sur le point d'être utilisée ou vendue ; sur les marchés locaux, ce sont surtout des gousses entières qui sont proposées à la vente. Le décorticage mécanique et le décorticage manuel sont aussi courants l'un que l'autre.

II.LE SÉSAME (*Sesamum indicum* L. (syn. *Sesamum orientale* L.) Famille des *Pedaliaceae*

II.1. Généralité : Le sésame cultivé serait originaire d'Ethiopie et se serait diffusé très tôt en Chine et en Inde, pays qui constituent des centres secondaires de diffusion.

II.2. L'appareil végétatif

C'est une plante annuelle érigée de 0,5 à 2 m de hauteur, à cycle variant de quatre-vingts à cent quatre-vingts jours. Elle a une racine pivotante d'environ 90 cm de long, avec un réseau dense de racines secondaires. Sa tige est dressée à section quadrangulaire, cannelée, plus ou moins velue, simple ou ramifiée selon les variétés. Ses feuilles sont lobées, découpées ou entières et variables de forme et de dimension selon la variété et l'âge.

II.3.L'appareil reproducteur

Une, deux ou trois fleurs apparaissent dans l'aisselle des feuilles. Le sésame est normalement une plante autogame, mais la fécondation peut se réaliser grâce à des agents extérieurs comme les insectes. Le taux d'allogamie est d'environ 5 % mais il varie dans une fourchette importante suivant la variété (des taux de 65 % sont cités).Après avoir été fécondées, les fleurs se transforment en capsules oblongues et profondément cannelées, généralement déhiscents. Les graines sont petites, lisses ou réticulées, blanches, jaunes, brunes ou noires. Le poids de mille graines varie de 2 à 4 g. La graine contient environ la moitié d'huile et le quart de protéines, le taux d'huile variant suivant les variétés et les conditions de culture.

II.4. La culture

Le sésame est cultivé sous les tropiques et dans les zones tempérées chaudes. Il est bien connu en Afrique (Ethiopie, Soudan, République centrafricaine, Burkina Faso, Nigeria), où les conditions de production sont généralement médiocres. La culture y est souvent mise en place après les plantes principales (culture dérobée) et reléguée sur les sols les plus pauvres. Ces conditions expliquent les très faibles rendements obtenus (350 kg/ha, moyenne africaine). Le sésame n'en joue pas moins un rôle important dans les systèmes de production traditionnels.

Il permet à la fois de valoriser les terres marginales et d'équilibrer le calendrier de travail de l'agriculteur qui en tire, à peu de frais, un complément de ressources appréciable. Le sésame pousse bien dans les sols riches, légers et profonds sans être trop sableux. Le lit de semence doit être soigneusement préparé. Les semences sont traitées contre les insectes et moisissures (on utilise les produits vulgarisés pour l'arachide et les céréales). Le semis s'effectue à plat, entre 80 000 et 400 000 pieds/ha, en lignes continues ou à la volée, à 1 ou 2 cm de profondeur. On tasse le sol après semis. La fertilisation est rare en milieu paysan mais 60 kg/ha d'engrais coton donnent de bons résultats. Les dégâts d'insectes peuvent être importants : citons *Antigastracatalaunis*(chenille), *Asphondyllasesami*(mouche). Un traitement préventif dès l'apparition des fleurs est recommandé. La maturité se manifeste par la défoliation et le jaunissement des capsules. La récolte se fait avant déhiscence. Les pieds réunis en bottes sont placés verticalement, séchés deux semaines puis battus sur place en renversant les bottes. On compte cent trente-cinq jours de travail en culture manuelle bien conduite, en lignes, avec sarclages. Des méthodes de culture mécanisée intensive, atteignant 1,5 t/ha et plus, sont mises en œuvre aux Etats-Unis et au Venezuela.

II.5. La production actuelle

La production mondiale atteignait 3 200 000 t en 2001 : 2 270 000 t produites en Asie (Inde 730 000 t, Chine 790 000 t) et 740 000 t en Afrique (Soudan 300 000 t, Ouganda 97 000 t, Nigeria 69 000 t) selon les données de la FAO. Le commerce mondial porte sur moins du quart de la récolte, représentant environ 1% du marché des oléagineux. Les importations sont dominées par un petit nombre de pays, dont le Japon et les Etats-Unis.

Chapitre 3 : LES LEGUMINEUSES A GRAINE

Définition:

I. Le niébé (*vignaunguiculata*)

I.1. Généralités

De la famille des fabaceae, le niébé est une plante annuelle généralement cultivé pour ses graines et dont les fanes récoltées sont données aux animaux. C'est l'une des herbacées les plus résistantes à la sécheresse. Son aire d'extension se situe entre 300 et 1000 mm de pluies. Le genre vigna est d'origine asiatique. Le niébé est cultivé sur toutes les zones tropicales en association avec d'autres cultures (céréales essentiellement). Il est la légumineuse la plus

consommée en Afrique. Les graines sont parfois réduites en farine pour fabriquer une pâte à beignets. Les feuilles et les jeunes pousses peuvent être utilisés comme fourrage.

I.2. Description des principaux organes

Le niébé est une plante herbacée annuelle autogame à port rampant, érigé ou volubile selon les cultivars, les conditions de températures et de photopériode. Les deux premières feuilles sont alternes, pétiolées et trifoliées. Les gousses sont cylindriques, renflées à l'emplacement des graines de taille et de pigmentation variable, pendantes ou dressées. Les grains présentent une grande variété de coloration et de taille. Les fleurs sont aussi de couleur variable.

I.3. Facteurs climatiques et édaphiques

Le niébé n'a pas de préférence stricte en matière de sol mais celui-ci doit être bien drainé. Cependant, elle préfère des sols légers, légèrement acides. Une température de 8-11°C est nécessaire à tous les stades de son développement. Le gel lui est fatal. La température optimale se situe autour de 28°C. Il est tolérant à la chaleur (se développe bien jusqu'à 35°C). La pluviométrie annuelle de culture du niébé varie de 600 à 900mm/an.

I.4. Itinéraire technique

Les semences traitées avec un mélange de thirame à 25% et de dieldrine à 35% doivent être semées à 2-5cm de profondeur. En culture pure, on recommande un écartement de 80 à 90 cm entre les lignes et une densité sur la ligne de 12 à 15 graines par mètre. Le niébé est indifférent aux apports azotés (100kg de grains exportent 5kg d'azote).

Pour une variété de 75 jours, la parcelle doit être maintenue propre jusqu'au 40^{ème} jour pour avoir un rendement correct. Des traitements avec insecticides à base de pyrethrinoides permettent de réduire la pression parasitaire fréquemment forte à tous les stades de végétation.

I.5. Récolte

Les rendements sont de l'ordre de 100 à 400 kg/ha sans intrant et de 800 à 3000 kg/ha avec intrants. La conservation des graines se fait traditionnellement sous forme de grains ou de gousses dans les greniers. Afin de limiter les dégâts, on peut traiter les grains avec des produits chimiques ou avec la poudre de grains de neem à sec ou en solution aqueuse.

Chapitre 4 : LES PLANTES A FIBRE

I. Le cotonnier

I.1. Généralités et description des principaux organes

Botaniquement, le cotonnier en latin *Gossypium* appartient à la famille des Malvacées dont sa fleur à l'aspect caractéristique. Il existe à l'état de nature, de très nombreuses variétés vivaces ou annuelles, ligneuses ou herbacées, de hauteur variant entre 50 cm et 5 m, parfois davantage. La racine du cotonnier très longue, peut faire le double ou le triple de la hauteur de la plante. De nos jours, encore, la classification de *Gossypium* demeure objet de litige entre les savants. Pratiquement, la très forte majorité des espèces cultivées sont du type arbustif, ligneux, annuel, d'une hauteur inférieure à 1m. Les deux variétés les courantes sont le *G. hirsutum* et le *G. barbadense*. Elles se distinguent notamment par l'aspect de leur graine et de la longueur des soies (c'est-à-dire les fibres de coton). Le *G. hirsutum* produit des cotons à soies moyennes (de l'ordre de 22 à 29mm). La plupart des races de cotonniers cultivés aux s'y rattachent. Le *G. barbadense* produit des cotons à soies plus longues. Bien que cette variété soit également originaire d'Amérique du Nord. Les soies de cette espèce peuvent atteindre jusqu'à 44mm.

Le cotonnier a une durée de vie de cycle allant de 100 à 180 jours. La plupart des espèces sont issues des croisements entre variétés d'origine américaine. Dans les années 50, les recours à l'hybridation interspécifique à élargi la base génétique. La sélection moderne vise aujourd'hui à créer des variétés de cotonniers à cycle plus court et avec un meilleur de récolte (pourcentage de coton graine rapporté au poids de la biomasse). La longueur du cycle, les caractéristiques morphologiques (port, pilosité, formes et couleurs des feuilles et des capsules, taille des graines etc...), les résistances aux maladies, le potentiel productif et les principales caractéristiques technologiques (rendement égrainage, longueur, ténacité, finesse) sont utilisés pour décrire les variétés.

I.2. Croissance et développement

L'autogamie est prépondérante chez le cotonnier. La structure variétale habituellement sélectionné est donc de lignée pure. C'est une plante à croissance indéterminée c'est-à-dire qu'il installe des fruits (capsules) en même temps qu'il continue sa croissance végétative. Il en résulte une compétition au cours de la croissance pour l'allocation des produits de la photosynthèse entre le développement reproducteur et le développement végétatif. Au fur et à mesure que la plante avance en âge, les organes reproducteurs mobilisent de plus en plus d'assimilat jusqu'à ce que le développement végétatif s'arrête pour permettre la maturation

complète des capsules. Ce stade est appelé *cut out*. Pour décrire la croissance du cotonnier, on distingue quatre étapes :

- Le stade de la levée, du semis à l'étalement des cotylédons ;
- Le stade végétatif, de la plantule jusqu'à l'ouverture de la première fleur ;
- Le stade reproductif, du début de la floraison jusqu'au *cut out* ;
- le stade de maturation, du *cut out* à la fin de l'ouverture des capsules.

I.3. Facteurs climatiques et édaphiques

Le cotonnier a besoin d'un sol profond et perméable. Craignant l'humidité stagnante qui favorise les maladies, les moisissures et le pullulement des insectes, il lui faut une terre fertile. La culture du coton est la plus épuisante pour les sols. Pour toutes ces raisons, les terres d'élection du cotonnier doivent être des terres riches et particulièrement alluvionnaires. Il réussit néanmoins dans des terres moins généreuses mais exige alors, si l'on veut obtenir des rendements satisfaisants, un apport appréciable des engrais organique et chimique. Le cotonnier a des exigences climatiques plus précises que celles relatives au sol. Il ne supporte pas des températures inférieures à 5°C. La culture du cotonnier ne peut se situer que dans les climats assurant une température supérieure sept mois durant. Par ailleurs, il a besoin de l'humidité, de l'oxygène et les températures maximales se situent entre 11-25°C pour le *barbadense* et 15-35°C pour le *hirsutum*. Des chaleurs excessives (au-delà de 37°C à 38°C) et des sécheresses prolongées risqueraient de lui être fatal de même qu'une humidité permanente.

I.4. Itinéraire technique

I.4.1. Mise en place de la culture

Dans les climats tropicaux, il est conseillé de labourer le sol quelques semaines avant le semis (mai à juin dans l'hémisphère Nord). En régime pluvial, le semis est décidé en fonction de la date d'ouverture des capsules, celle-ci devrait s'effectuer en période sèche. En Afrique, des dates optimales de semis ont été établies à partir des statistiques pluviométriques. On estime à 350 kg/ha la baisse du potentiel de production associée à un retard de 10 jours dans le semis par rapport à la date optimale.

Le semis est manuel ou mécanique, sur billon ou à plat, en poquet ou en ligne continue. Les quantités de semence peuvent varier de 25 à 30 kg/ha (semis manuel donc semences non delintée).

La densité de culture varie selon la richesse du sol et les conditions de culture (30.000 à 100.000 plants à l'hectare en culture cotonnière classique). Il est semé habituellement en ligne avec un écartement de 0,7 à 1m. En semis manuel, il est semé en poquets espacés de 20 à 25 cm.

I.4.2. Entretien

Comme tous les végétaux, le cotonnier doit se défendre et être défendu contre de nombreux dangers. La concurrence des herbes est particulièrement néfaste pendant les six premières semaines de végétation. Deux à trois sarclages sont nécessaires avant que la canopée du cotonnier ne recouvre entièrement le sol et empêche naturellement le développement des adventices. En culture manuelle, on procède trois semaines après levée à un démariage des poquets en laissant deux plants par poquet. La défense de la culture peut se baser sur les moyens agronomiques simples et moins coûteux tel que la rotation des cultures et la destruction des plantes. Les moyens génétiques, biologiques, chimiques peuvent aussi être utilisés.

I.4.3. Fumure

Les apports d'azote sous forme d'engrais minéraux varient de 40 à 100 kg d'azote/ha. Ils doivent être raisonnés en fonction de la richesse organique du sol et de l'objectif de la 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, support ultérieur de la fructification. Un apport trop tardif peut contrarier la mise à fruit et provoquer un allongement du cycle. Les engrais coton sont généralement riches en P_2O_5 et contiennent souvent du soufre et du bore parce que la plupart des sols des savanes cotonnières d'Afrique sont naturellement carencés en phosphore d'où le soufre se trouve souvent bloqué sous forme organique 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. La fertilisation organique est très importante.

I.4.4. Récolte

Dans de nombreux pays, la récolte du coton-graine reste manuelle. Une attention particulière doit être apportée au moyen de collecte afin d'éviter les contaminations. Les rendements varient selon les variétés, les sols, les conditions météorologiques et les agressions éventuellement subies.

Chapitre 4 : LES CULTURES SUCRIERES

I. Canne à sucre

I.1 Origine et distribution

Le terme canne à sucre désigne un ensemble d'espèces de plantes de la famille des *Poaceae* et du genre *Saccharum*. Elles sont cultivées pour leurs tiges, dont on extrait du sucre. Avec un volume annuel de production supérieur à 1,7 milliard de tonnes, ce sont les premières plantes cultivées au plan mondial avec près de 23 % de la masse totale produite en agriculture dans le monde. Elles furent jusqu'au début du XIXe siècle la seule source importante de sucre et représentent toujours actuellement 65 à 70 % de la production de sucre. La plante n'existe plus à l'état sauvage. Sa contrée d'origine serait l'archipel de la Nouvelle-Guinée, d'où elle aurait été répandue par l'homme d'abord dans toutes les îles du Pacifique et dans l'océan Indien jusqu'en Malaisie, ou bien dans la péninsule indochinoise.

I.1.Description

La canne à sucre est une grande graminée tropicale herbacée à port de roseau, d'une hauteur allant de 2,5 à 6 mètres. Les tiges, d'un diamètre de 1,5 à 6 cm, sont pleines. Les feuilles, alternes, sont réparties en deux files opposées et ont un limbe de 1 m de long environ sur 2 à 10 cm de large. Elles sont au nombre de dix sur les plantes en pleine croissance, la partie inférieure de la tige se dénudant au fur et à mesure que les feuilles basses se dessèchent. L'inflorescence est une panicule terminale de cinquante centimètres à un mètre de long. En culture, la canne est généralement coupée avant floraison. C'est une plante vivace par sa souche rhizomateuse. L'aire de culture de la canne à sucre s'étend de 37° de latitude nord à 30° de latitude sud. La canne à sucre ne supporte pas le froid, requiert un fort ensoleillement et de grandes quantités d'eau, et apprécie les sols riches se drainant bien. D'origine tropicale, elle est cultivée de façon importante en Amérique du Sud (notamment au Brésil, premier producteur mondial), en Inde, en Asie (notamment en Chine), dans de nombreuses îles tropicales, mais aussi en Australie et en Amérique du Nord (en particulier en Floride).

I.2. Reproduction

La canne à sucre est une poaceae : elle produit des graines, mais la reproduction est essentiellement assurée par bouturage (reproduction asexuée). Dans la culture commerciale, la canne mature est généralement coupée en section de deux nœuds ou plus, puis enterrée en ligne dans un sillon. La reproduction sexuée de la canne par pollinisation puis par semis des graines était peu étudiée et pratiquée.

Les cannes sont plantées dans un sillon allant jusqu'à 0,5 mètre de profondeur, à plat ou en lits surélevés (selon la qualité de drainage des sols). La canne à besoin de beaucoup d'eau, mais

n'apprécie pas les terrains détremés, et des drainages sont souvent prévus. Les sillons ou rangs sont généralement espacés de 1,5 à 2 mètres, afin d'aménager de la place pour les machines, les ouvriers et des canaux d'irrigation. Cette habitude entraîne une faible densité des exploitations, et une augmentation des rendements est permise par des densités plus élevées mais entraîne des difficultés pour la mécanisation. Des tentatives d'augmentation des densités ont été tentées, notamment en plantant par couple rapprochés de sillons ou dans un seul grand sillon de 1 à 3 mètres de large, mais ces pratiques sont globalement peu utilisées. Dans la nature, la canne montre des densités très élevées, allant jusqu'à 5 ou 8 cm d'espacement entre les plants.

Au bout de quelques semaines, les remplacements des plants n'ayant pas poussé sont faits à partir de plants prélevés dans une pépinière plantée en même temps que les champs, ce qui permet de maintenir l'uniformité de la taille des plants dans les champs. La canne nécessite un désherbage mécanique, chimique ou par paillis car la concurrence des adventices en début de culture entraîne une baisse notable des rendements finaux en sucre. Une fois les plants bien développés, la couverture végétale qu'ils assurent suffit à empêcher la repousse des adventices.

I.3. Irrigation

Les champs de cannes nécessitent beaucoup d'eau, environ 13 000 à 15 000 mètres cubes par hectare et par an avec des systèmes d'irrigation peu performants. Par exemple, une première irrigation est faite le jour même du semis ou le lendemain, puis une semaine après, puis à intervalle de 3 semaines jusqu'à la période de maturation de la canne où la plante nécessite un stress hydrique. Les champs sont le plus souvent irrigués par simple gravitation, une conduite percée de trous déversant d'importantes quantités d'eau dans chaque sillon d'irrigation. L'eau coule ensuite jusqu'au bout du champ, souvent à plus d'un km de distance pour les grandes exploitations. Les plants au début du champ sont noyés sous des quantités d'eau trop importantes, une part élevée de l'eau utilisée ne sert qu'au déplacement de la coulée, et une bonne part est perdue par évaporation. Une exploitation peu efficace peut encore augmenter le gaspillage en raison du délai de déplacement de l'exploitant entre un bout du champ à l'autre pour détecter l'arrivée de l'eau puis retourner fermer les vannes. D'autres méthodes d'irrigation sont également utilisées, avec des systèmes mobiles d'arrosage linéaire, des asperseurs fixes ou mobiles. Ces systèmes entraînent aussi d'importantes pertes par évaporation et des problèmes de répartition de l'eau dans le champ en fonction du vent. Des méthodes d'irrigation par goutteurs de surface ou enterrés ont également été développés, notamment au Brésil. Ces systèmes entraînent une baisse de la quantité d'eau utilisée (de 40 à

90 %) s'ils sont bien gérés, et permettent également l'apport de nutriments sous forme d'engrais liquides ou solubles. Ils nécessitent par contre une bonne maîtrise technologique, des dispositifs de contrôle de l'humidité des sols, du matériel pour assurer la bonne tenue du système (filtres, régulateurs, pompes, systèmes automatisés, etc.) et des opérations régulières de maintenance pour assurer l'entretien du système et prolonger sa durée de vie. Ils présentent aussi tous deux l'inconvénient d'entraîner une concentration du système racinaire des plantes à l'endroit des goutteurs, un sous-développement du reste du système racinaire, et donc une grande fragilité des plants en cas de défaillance dans le système d'irrigation qui nécessite une grande régularité. Des opérations pilotes ont aussi démontré qu'une expérience de plusieurs années peut être nécessaire pour maîtriser un système d'irrigation par goutteurs enterrés, et qu'un tel système mal maîtrisé était dommageable à la culture de canne à sucre et ses rendements. Au contraire d'un système d'irrigation par goutteurs aériens, un système de goutteurs enterrés permet l'utilisation de la technique du brûlis avant récolte, de meilleurs rendements pour l'irrigation (de 10 à 40 %), et une exploitation mécanique des champs de canne pour la récolte, l'aspersion d'engrais, pesticides et herbicides, et la lutte contre les mauvaises herbes par sarclage. Lorsqu'il est bien entretenu, il nécessite moins de réparations et possède une durée de vie possible de 5 à 10 ans, ce qui correspond à la durée de vie maximale d'une plantation de canne à sucre. La canne à sucre nécessite une période finale de maturation, typiquement à la saison sèche où elle manque d'eau, ce qui permet d'augmenter le taux de sucre dans la canne. Une bonne maîtrise de l'irrigation, notamment par goutteur, permet théoriquement de contrôler le moment de cette maturation en déclenchant un stress hydrique. Une expérience d'irrigation de champs de canne à sucre par goutteurs enterrés a permis aux Philippines de réduire la quantité d'eau utilisée de 13 000 mètres cubes par hectare et par an avec la méthode classique par aspersion à 3 000 mètres cubes par hectare et par an. Ce système a également montré une amélioration du rendement de 70 tonnes de cannes récoltées par hectare à 133,5 tonnes par hectare, et une augmentation du taux de sucre de 5,2 % par rapport à l'irrigation par aspersion.

I.4. Amendements

La canne à sucre apprécie les sols riches en matière organique, et un pH neutre à légèrement acide ou alcalin (6,5 à 7,5). Elle tolère néanmoins une grande variété de types de sols, des pH allant de 5 à 8,5, et même une légère salinité qui réduit néanmoins les rendements avec son accroissement. Les amendements apportés à sa culture dépendent des habitudes agricoles, de la variété, de la qualité des sols et du niveau technique de surveillance des nutriments présents dans ces sols.

NPK

Les besoins en azote (N) sont modérés, et principalement concentrés durant la période de forte croissance intermédiaire, alors qu'ils sont réduits pour les jeunes plants ou les cannes en maturation. Ces besoins sont généralement comblés par un amendement lors du semis et après la coupe pour les futurs rejets, traditionnellement avec du fumier ou du compost. Une déficience en azote est marquée par une coloration vert clair des feuilles qui jaunissent, et une mort prématurée des feuilles âgées. La canne à sucre peut mettre en réserve l'azote absorbé mais des apports en fin de cycle de culture entraînent une augmentation du taux d'humidité et de la teneur en sucres réducteurs, ce qui entraîne une baisse du rendement en production sucrière. En Australie, des essais de culture de soja comme engrais vert réincorporé au sol, en préalable de la culture de la canne, ont permis de fournir l'équivalent des besoins en azote de deux années de culture de la canne. Des variétés de canne ensemencées avec un symbiote (*Glucoacetobacter diazotrophicus*) fixant l'azote de l'air ont été développées. Au contraire d'autres végétaux pratiquant ce type de symbiose, le symbiote ne se développe pas dans des nodules spécifiques comme c'est le cas de nombreux légumes, mais dans le milieu intercellulaire de la canne.

La canne requiert une bonne quantité de phosphore (P), généralement apportée avant le semis sous forme de fumier à une dose suffisante pour deux récoltes. Une déficience en phosphore se manifeste sur la canne à sucre par des feuilles minces vert foncé qui tournent vers le bleu, des feuilles âgées qui jaunissent et dont les pointes sèchent, et un sous-développement racinaire.

La canne présente des besoins élevés en potasse (K), notamment au moment de la maturation et de la floraison, et les cultures nécessitent souvent des apports complémentaires en potasse pour maintenir de bons rendements. Une déficience en potasse est marquée par un jaunissement des feuilles par les bords et les pointes, ce qui entraîne un brunissement rapide des feuilles. Les tiges sont minces et molles, et portent un nombre réduit de feuilles. Les amendements en potasse tendent à être rapidement absorbés et lessivés par les pluies, ils sont donc généralement apportés en quantités réduites et régulières.

Calcium

Le calcium est présent dans la membrane et le suc cellulaire de la canne à sucre, où il tend à s'accumuler plutôt dans les tissus âgés en raison de son manque de mobilité. Une déficience en calcium est marquée par une coloration jaune des jeunes feuilles, et des points jaunes qui brunissent sur les feuilles âgées. Les carences en calcium sont rares en raison de sa présence en dose suffisante dans la plupart des sols, mais sa forme ionique interagit avec la

matière organique et se fait aussi très rapidement lessiver par les pluies. Les sols possédant un déficit marqué en calcium ont un pH acide, alors qu'une acidité légère de 6,5 est généralement optimale pour la canne à sucre. Des variétés comme la R 570 sont moins sensibles à l'acidité du pH, et plusieurs tolèrent des acidités allant jusqu'à 5. Le chaulage peut permettre de redresser le pH et compenser un déficit en calcium, mais la plupart des amendements agricoles comme la chaux éteinte ont une action rapide et de courte durée. Un chaulage excessif peut être nocif à la population microbienne des sols et interagir avec les amendements en matière organique ou les engrais azotés pour produire de l'ammoniaque. Des amendements en calcaire sous forme de grains plus grossiers peuvent agir à plus long terme, en se décomposant régulièrement. C'est par exemple le cas des sables provenant du corail et des coquilles de mollusques (généralement sous forme de CaCO_3) ou des calcaires dits grossiers possédant des particules de 2 ou 4 mm dont les parties plus fines sont rapidement utilisées alors que les parties plus grossières agissent dans la durée. Leur capacité à augmenter le pH est plus faible et les amendements se font généralement en quantités plus importantes. De façon générale, le dosage du chaulage est difficile à déterminer, et des apports réguliers visant à monter le pH d'un demi-point tous les 3 à 5 ans est jugé moins nocif pour la flore microbienne des sols et vise à éviter les excès.

Magnésium

Une déficience en magnésium est marquée sur les jeunes feuilles par une coloration vert-clair et un jaunissement, et sur les feuilles âgées par des points jaunes qui tournent au brun orangé. Les déficiences en magnésium sont rares et dépendent du type de sol concerné, une correction de cette déficience se fait généralement en même temps qu'un chaulage du sol plusieurs mois avant les semis.

Récolte

Tiges de canne à sucre en maturation : c'est cette partie de la plante qui est récoltée. Un champ de canne brûlé avant la récolte. La récolte intervient au bout de 10 à 12 mois, ou 14 à 16 mois selon les pratiques agricoles. Typiquement, la canne présente une période de maturation en saison sèche, où le taux de sucre augmente fortement et où de nombreuses feuilles sèchent. La floraison débute ensuite, suivie de la production de graines. Ces deux éléments entraînent une baisse du taux de sucre, et la canne est donc généralement récoltée juste avant la floraison ou à son début. Un ou deux effeuillages des feuilles mortes avant la récolte sont parfois pratiqués, afin de faciliter le travail des coupeurs. Traditionnellement, les champs de canne à sucre sont brûlés afin de faire fuir les serpents et autres animaux venimeux, et faciliter l'accès des coupeurs à des champs éclaircis et des tiges de cannes

débarrassées de leurs feuilles mortes. Ces feux spectaculaires brûlent intensément et s'éteignent très rapidement. Les coupeurs sectionnent la tige de la canne juste au-dessus du premier nœud, l'étêtent, et la coupent parfois en deux si elle est trop longue. La concentration en sucre est maximale dans la partie basse de la tige. Les têtes sont laissées au champ, auquel ils rendent une partie des nutriments en se décomposant. Des boutures peuvent aussi y être taillées. Les tiges de cannes sont ensuite rassemblées et chargées sur un camion qui les transporte jusqu'à l'usine qui est toujours proche des exploitations, car la dégradation du taux de sucre de la canne coupée est rapide : 2,4 points de richesse en 10 jours. Cette dégradation s'accompagne d'une perte de poids de l'ordre de 1 % par jour. La récolte de la canne à sucre peut être mécanisée, divers types d'appareils existent, depuis la petite faucheuse mécanique autotractée jusqu'à du matériel lourd. Ces grosses machines à couper la canne présentent généralement de deux à quatre fuseaux en hélices qui attrapent les rangées de tiges de cannes. Le bas et le haut des tiges sont coupés et les cannes sont portées par un tapis roulant vers le côté où elles sont déposées dans un camion. Les cannes coupées par ces machines se dégradent plus rapidement qu'avec des coupeurs manuels, et doivent être rapidement transportés à l'usine. Ce type d'exploitation permet la récolte rapide de grande quantité de canne, et réduit le coût de main d'œuvre dans les pays où les salaires horaires sont élevés. Elle permet également la récolte des cannes sans brûler les champs, ce qui laisse beaucoup de matière organique dans le champ pour la plantation suivante et forme un paillis empêchant la repousse des herbes concurrençant les jeunes rejets de canne. Les rendements des champs de canne sont très variables, et dépendent fortement des pratiques agricoles et des conditions naturelles (richesse des sols et climat). Les petites exploitations traditionnelles obtiennent généralement des rendements de l'ordre de 40 tonnes de canne par hectare, les vastes exploitations dotées de matériel et de bonnes technicités produisent des rendements allant de 60 à 80 tonnes à l'hectare. Les rendements mondiaux sont en constante augmentation, avec une moyenne d'environ 65 tonnes de canne à l'hectare. Certaines exploitations obtiennent des rendements dépassant les 100 à 130 tonnes de canne à l'hectare.

Repousse

Un amendement en fumier ou compost est traditionnellement réalisé sur le pied de la canne coupée qui va produire des rejets. Un champ de canne est exploité de 2 à 10 ans avant d'être replanté. De grandes exploitations très productives replantent après 2 à 3 coupes pour éviter une baisse de rendement. Des exploitations familiales ou traditionnelles exploitent le champ pendant les 10 ans et coupes de sa durée de vie maximale, malgré la baisse de rendement. Certaines exploitations bien gérées parviennent à faire 5, 7 et jusqu'à 10 récoltes

sans baisse trop pénalisante du rendement, voire avec une augmentation du rendement au cours des premières coupes.

Maladies et ravageurs

Les cultures de cannes à sucre peuvent être infectées par des maladies d'origines virales, fongiques ou bactériennes, comme le mildiou, le Charbon, la morve rouge, la rouille brune, la rouille orangée, l'échaudure de la feuille, la tache jaune, la striure, le rabougrissement des repousses, la pourriture des racines à *Pachymetra*, la mosaïque, la gommose, le Ramu Stunt, la maladie de Fidji ou galle foliaire de Fidji, les phytoplasmes (feuille blanche, touffe herbacée) Ces maladies de la canne à sucre sont aisément transmissibles au sein des plantations et entre elles, à cause de la reproduction par bouture.

Les cannes à sucre peuvent aussi être menacées par des ravageurs :

- les chenilles qui forent les tiges ou dévorent les feuilles
- les cigales et termites
- les vers blancs et nématodes qui s'attaquent à ses racines

• les fourmis sont également friandes du sucre des cannes et y percent parfois des trous, mais elles sont également bénéfiques à la culture par leur contrôle prédateur des populations des autres insectes, notamment les ravageurs. La canne à sucre est une plante vivace avec un large développement foliaire qui rend l'accès aux cultures difficiles. En raison de ces contraintes, l'épandage est rarement une solution possible sur des pieds ayant connu plusieurs mois de croissance. La lutte contre les maladies et ravageurs de la canne à sucre s'est donc essentiellement orientée sur la mise en quarantaine des pépinières afin de produire des plants sains, la sélection de variétés résistantes ou tolérantes, et le recours à la lutte biologique. Les variétés sélectionnées ou vérifiées par des pépinières en quarantaine peuvent être résistantes ou tolérantes à plusieurs des maladies usuelles de la canne à sucre, mais sensibles à d'autres. Ce type de centre nécessite des moyens, un contrôle strict de l'environnement de culture et beaucoup de personnel qualifié, que seuls des instituts nationaux ou de grands groupes sucriers ont les moyens de mettre en œuvre. La pépinière de quarantaine Visa cane du Cirad à Montpellier applique par exemple la méthodologie suivante:

- application de la quarantaine européenne imposée par la législation pour l'importation de végétaux : les boutures reçues sont traitées avec un insecticide puis mises à germer dans une enceinte de confinement pendant 8 à 10 jours afin d'écartier toute transmission d'insectes parasites.

- application d'une quarantaine internationale imposée par les conditions phytosanitaires d'exportations vers les futurs clients lors de la redistribution des variétés

sélectionnées : les précédents plants sont mis en serre pendant 9 à 12 mois et l'apparition de signes de maladies est contrôlée et des tests effectués.

- Les plants infectés par des maladies incurables sont éliminés.
- Les variétés ne montrant aucun symptôme et dont les tests sont négatifs, sont déclarées saines. Les plants sains et ceux qui montrent une infection bactérienne curable sont systématiquement traités par thermothérapie longue afin d'écartier le plus possible de potentiels ravageurs, maladies bactériennes et fongiques : les boutures sont trempées pendant 48 heures dans de l'eau à 25 °C, et pendant 3 heures à la température de 50 °C. Les plants qui montraient précédemment des signes d'infection bactérienne retournent ensuite en quarantaine européenne.

- Les variétés provenant de pays où sont présentes des maladies peu connues et les variétés infectées par des maladies virales qui sont dans certains cas récupérables (par exemple infection dite de la feuille jaune ou par le virus de la mosaïque en tirets), sont traitées par une culture in vitro d'apex ou de méristème apical qui donnera des plants sains qui devront subir à nouveau l'ensemble du processus en commençant par la quarantaine européenne.

- La quarantaine internationale passe par un deuxième cycle de culture des variétés précédemment déclarées saines afin de procéder à la multiplication des plants et effectuer de nouveaux tests. Certaines maladies peuvent encore apparaître à ce stade : les plants qui sont incurables sont éliminés, les autres subissent une culture in-vitro. Les variétés déclarées saines à la fin de ce processus sont ensuite expédiées vers les clients (exploitants, autres pépinières, créateurs de nouvelles variétés par hybridation), après réception d'une copie du permis d'importation provenant du pays destinataire. Certaines variétés de canne à sucre peuvent être librement distribuées, mais d'autres font l'objet d'une protection de la propriété intellectuelle et sont réservées aux échanges entre stations de création variétale ou nécessitent l'établissement de contrats avec généralement un paiement de redevances.

Ce type de pépinière permet la diffusion de plants sains et de variétés résistantes ou tolérantes à plusieurs maladies usuelles de la canne à sucre. Les stations de créations variétales procèdent à l'hybridation par fécondation, alors que la reproduction par bouture est un clonage qui transmet le même patrimoine génétique aux rejetons.

Le traitement de champs de culture de canne attaqués par des ravageurs peut se faire dans certains cas grâce à la lutte biologique. Le champignon *Beauveria brongniartii* est un parasite des larves d'un coléoptère hanneton ravageur des champs de canne à sucre. Des granulés contenant les spores de ce champignon peuvent être répandus sur les sols de culture, ou on libère dans les champs des coléoptères adultes contaminés par les spores de ce

champignon afin qu'ils les transmettent à leurs congénères. Des guêpes trichogrammes sont élevées afin d'en libérer plusieurs milliers dans les champs de canne, car elles vont ensuite pondre leurs œufs dans un papillon dont les chenilles creusent les tiges de canne.

Traitement

Transport des cannes vers la sucrerie. La canne récoltée, sous forme de tronçons de tiges, est transportée dans une unité de transformation, le plus souvent une sucrerie, pour être traitée. Les tiges sont broyées dans un moulin et produisent un liquide sucré, le jus de canne ou vesou, ainsi qu'un résidu fibreux, la bagasse. Le vesou fait l'objet d'une évaporation, conduisant au sirop, lequel est clarifié puis concentré pour en extraire le sucre cristallisé brut, la cassonade. Celle-ci donne le sucre roux, qui sera ensuite éventuellement transformé en sucre blanc dans une raffinerie.