



 **E-TIC**

AgriGuide

E-TIC Vitrines du Sahel
Sénégal et Mali

Initiative de



Avec le soutien de



Copyright © 2012 ICVolotnaires

Compilation et rédaction : Sigfrido Romero, Viola Krebs

Édition : Diego Beamonte, Viola Krebs, Camille Saadé, Lana Melle, Shindouk Mohammed Lamine, Luz Martinez

Traductions françaises : Cindy Bellemin-Magninot

Traductions anglaises : Kate O' Dwyler, Amy Louise Viana Lima

Illustrations : Matilde de Fuentes de Medem, Miranda Todd, Abdou Kane Ndaw

Photos : Viola Krebs

ICVolontaires
Case postale 755
1211 Genève 4
Suisse

Tél.: +41 22 800 14 36
Fax: +41 22 800 14 37
suisse@icvolontaires.org
www.icvolontaires.org

Réseau d'ICVolontaires:
Brasil, Canada, España, France,
Mali, Sénégal, South Africa,
Suisse, Uganda

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
GLOSSAIRE	8
ACRONYMES	11
LES MEILLEURES MÉTHODES DE PRODUCTION BIOLOGIQUE	13
ÉTAPES DE TRAVAIL	13
RECOMMANDATIONS.....	13
LA BOÎTE DE SAVOIRS ET DE PARTAGE POUR LES AGRICULTEURS	17
CULTURES VIVRIÈRES ET MARCHANDES CONNUES	19
CÉRÉALES.....	19
Maïs	19
Millet.....	24
Riz.....	26
Sorgho	30
Blé.....	38
Fonio	42
LÉGUMES	45
Choux	45
Carottes	46
Oignon	47
Salade	48
Tomate.....	49
RACINES ET TUBERCULES.....	51
Manioc	51
Pomme de terre/patate douce.....	56
FRUITS	58
Mangue	58
Pastèque	62
LÉGUMINEUSES.....	64
Niébé	64
Arachide.....	66
FRUITS À COQUE.....	73
Noix de cajou	73
FIBRES	76
Coton.....	76

PESTICIDES: COMPOSES, UTILISATION ET DANGERS	81
INTRODUCTION	81
SANTE HUMAINE ET PESTICIDES	81
LES REPERCUSSIONS DU CHANGEMENT DE SYSTEME DE PROTECTION DE CULTURE	81
Objet de ce chapitre	82
Renforcer les connaissances chez les communautés d'agriculteurs	83
Nuisibles et prévention.....	83
Nuisibles affectant les plantes individuelles dans les cultures	84
Dégâts affectant les cultures.....	84
La conversion vers une méthode non chimique	85
Identifier les nuisibles les plus importants	85
Planifier, mettre en œuvre, expérimenter	86
Inspection.....	86
Éloigner les nuisibles d'un champ.....	86
LE ROLE DE LA BIODIVERSITE.....	87
Améliorer la biodiversité : Culture de plantes le long des champs et des fossés.	87
Rotation des cultures	88
Prévention des dégâts et habilitation des prédateurs naturels.....	89
Contrôler.....	90
PRATIQUES D'ÉLEVAGE.....	95
▪ Accès à l'eau.....	95
▪ Accès à la nourriture	95
▪ Santé des animaux.....	96
▪ Nutrition et santé de l'Homme	96
▪ Consommation de viande et santé	97
▪ Liens utiles	97
LES PRATIQUES DE PECHE	99
▪ La qualité liée à la présence et à la santé des poissons	99
▪ Surpêche et gestion des stocks.....	99
▪ Les stratégies de pêche	100
▪ Nutrition / santé de l'Homme	100
▪ Absorption de la pollution et niveau de mercure	100
▪ Poisson et femme enceinte.....	101
BIBLIOGRAPHIE	103

INTRODUCTION

L'agriculture biologique (AB) est une méthode holistique qui encourage le développement d'un écosystème agricole sain qui permet le respect de la biodiversité, des cycles biologiques et de l'activité biologique des sols. L'AB privilégie des bonnes pratiques de gestion plutôt que des méthodes de production d'origine extérieure, en tenant compte du fait que les conditions régionales nécessitent des systèmes adaptés au niveau local. Dans cette optique, la meilleure stratégie consiste à adopter les bonnes méthodes agronomiques pour remplir chaque fonction spécifique au sein du système agricole.

Les pratiques en matière d'agriculture biologique ne sont pas les mêmes suivant les différentes régions du monde. Certains agriculteurs suivent au pied de la lettre les instructions des régulations préétablies, tandis que d'autres développent leurs propres systèmes et leurs propres méthodes, de manière tout à fait indépendante. Toutefois, tous les systèmes d'agriculture biologique partagent des méthodes et des objectifs communs :

- Ne pas utiliser d'engrais chimiques, de pesticides de synthèse et des organismes génétiquement modifiés (OGM) ;
- Protéger les sols de l'érosion, de l'appauvrissement en nutriments et des affaissements ;
- Encourager la biodiversité en privilégiant les cultures mixtes plutôt que la monoculture ;
- Laisser le bétail et la volaille pâturer à l'extérieur plutôt que de les gaver d'antibiotiques et d'hormones.

C'est dans ce cadre que les agriculteurs développent leur propre système de production biologique en fonction des conditions agro-écologiques telles que le climat, les cultivars traditionnels, les normes sociales, les genres, les préférences des agriculteurs en matière de panier alimentaire et les opportunités de marché.

L'AB apporte également des avantages en cas d'écosystèmes et d'économies pauvres en ressources. L'AB est un outil qui permet une agriculture durable et une gestion efficace des ressources naturelles pour augmenter ses revenus. Dans cette optique, ce guide des meilleures méthodes de production biologique (MMPB) contient des informations concernant les cultures vivrières et marchandes destinés aux petits exploitants agricoles du Sénégal et du Mali. Le MMPB est l'un des résultats concrets issus du programme E-TIC, une initiative se basant sur la bonne utilisation des technologies de l'information et de la communication pour favoriser le développement. Au Sénégal et au Mali, E-TIC concentre ses efforts sur les informations liées à l'agriculture, à la pêche et à l'élevage. E-TIC a été créé et coordonné par ICVolontaires (ICV), une organisation internationale à but non-lucratif, spécialisée dans le domaine de la communication. ICV recrute, forme et coordonne des volontaires dans le cadre de projets à but non lucratif (soutien aux conférences, cyber-volontariat, services de langues), que ce soit pour ses propres programmes ou pour soutenir les programmes de ses partenaires. ICV a constaté que les agriculteurs dépendaient des intrants locaux, comme les semences (cultivars) et la technologie, pour améliorer la production alimentaire, la productivité et pour garantir la sécurité alimentaire à l'échelle des ménages. On s'attend à ce que le surplus se retrouve sur les marchés locaux et

nationaux de façon à garantir, lorsque c'est possible, un certain niveau de contrôle de qualité.

MMPB est une initiative d'ICV pour combler le vide en matière d'information et de formation liées à l'agriculture. En permettant aux agriculteurs d'accéder à des outils d'apprentissage visant à augmenter leurs savoirs, nous espérons développer la production et la productivité agricole, ainsi que la gestion des cultures et des revenus. Les objectifs des MMPB sont de :

- Permettre aux agriculteurs d'utiliser des ressources locales disponibles ;
- Améliorer la fertilité des sols et la prévention contre les parasites de façon naturelle en utilisant les technologies appropriées ;
- Établir des systèmes d'agriculture biologique intégrés et diversifiés pour contrebalancer l'action du changement climatique et l'instabilité des marchés ;
- Permettre aux agriculteurs d'accéder aux chaînes de valeur et aux marchés.

Afin d'entretenir et d'utiliser les ressources locales de façon efficace et de mettre en application des pratiques durables d'agriculture, les agriculteurs doivent :

- Avoir accès aux connaissances sur les cultures vivrières et marchandes et sur la gestion de ces cultures afin d'adopter les meilleures méthodes ;
- Avoir accès aux intrants comme les semences et les technologies et comprendre leurs mécanismes et procédés ;
- Avoir accès aux marchés locaux et nationaux et comprendre comment les paniers alimentaires changent au fil du temps ;
- Avoir accès aux services d'aide, comme l'assistance technique, la recherche et le microcrédit ;
- Travailler dans un cadre de législations favorables aux agriculteurs en tant que producteurs, acheteurs et consommateurs.

Les contraintes majeures auxquelles doivent faire face les agriculteurs africains lorsqu'ils adoptent l'agriculture biologique durable sont un niveau d'éducation insuffisant ajouté à un manque de moyens financiers. Toutefois, si l'on se base sur l'expérience d'ICV au Sénégal et au Mali, les agriculteurs, les hommes comme les femmes, montrent toujours un grand intérêt pour les nouvelles méthodes d'agriculture, en particulier lorsqu'ils sont pleinement impliqués dans une approche participative et lorsque des technologies à bas coût contribuent à l'amélioration des rendements, à la stabilisation et à l'augmentation de leurs revenus.

On a besoins de connaissances conséquentes pour maîtriser l'AB. L'éducation représente de ce fait l'élément clé pour développer l'agriculture durable. Les agriculteurs doivent savoir comment :

- Analyser, planifier et mettre en œuvre l'agriculture durable ;
- Utiliser les ressources de manière plus efficace et sécuriser la production et la productivité agricole ;
- Améliorer la souplesse du système de production ;
- Augmenter la valeur des produits de cultures vivrières et marchandes ;
- Devenir plus compétitif sur le marché ;
- S'adapter aux crises économiques et aux perturbations financières ;
- Augmenter leurs revenus et améliorer la sécurité alimentaire à l'échelle des ménages.

Cette version de MMPB est un document mis à jour en fonction des réalités actuelles et à venir du Sénégal et du Mali sur les trois prochaines années.

GLOSSAIRE

Aflatoxine: Substance naturelle toxique d'origine fongique. Les aflatoxines sont produites par un champignon appelé *Aspergillus* (*Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*) qui prolifère dans les récoltes à un niveau particulier d'humidité, de température et d'oxygène ambiant. Le terme 'mycotoxine' est réservé pour la désignation de substances chimiques produites par des champignons qui colonisent les cultures. Il en existe de nombreuses variétés. [EN: Aflatoxin]

Agriculture biologique: Pratiques culturales et d'élevages soucieux du respect des équilibres naturels. Elle se définit par l'utilisation de pratiques spécifiques de production (emploi d'engrais verts, lutte naturelle contre les parasites), l'utilisation d'une liste limitée de produits de fertilisation, de traitement, de stockage et de conservation. [EN: Organic agriculture]

Agriculture conventionnelle: agriculture occidentale moderne qui a recours à une mécanisation poussée ainsi qu'aux pesticides et engrais chimiques. [EN: Conventional agriculture]

Battage: Opération consistant à séparer et à éliminer la côte et les grosses nervures des feuilles traitées en vrac, au moyen d'une machine rotative dite batteuse et d'un séparateur pneumatique. [EN: Threshing]

Biopesticide: Pesticide fabriqué à partir d'organismes vivants. Ils contiennent des bactéries, des virus, des champignons microscopiques ou des nématodes. [EN: Biopesticide]

Certifié biologique: Un produit est dit "certifié biologique" si un organisme de certification confirme qu'il a été produit selon les normes de production biologique. [EN: Certified organic]

Charançon: Insectes appartenant à la famille des curculionidés, caractérisés par la tête de l'adulte, plus ou moins longuement prolongée par un bec, généralement courbé, et par des larves qui sont apodes et courbes. Les adultes ou les larves de nombreuses espèces sont de sérieux ennemis pour nos cultures. Les charançons sont d'une taille inférieure à 6 mm (0.24in). [EN: Weevils]

Composé inorganique: Substance chimique qui ne provient pas en général de processus vitaux; sels et substances chimiques qui ne renferme pas de carbone. [EN: Inorganic compound]

Cultivar: Plante ou groupe de plantes sélectionné pour leurs caractéristiques qui peuvent être maintenues par propagation. La plupart des cultivars sont issus d'un processus en culture, mais quelques-uns sont des sélections spéciales de la nature sauvage. Des plantes de jardin d'ornement populaires comme les roses, les camélias et les jonquilles sont des cultivars produits par un processus minutieux de sélection lors de la reproduction pour leur couleur et leur forme. La plupart des cultures agroalimentaires du monde sont presque exclusivement des cultivars qui ont été sélectionnés pour leurs caractéristiques, telles qu'un meilleur rendement, la saveur et la résistance aux maladies. [EN: Cultivar]

Culture intercalaire: Culture de deux ou plus plantes dans un même champ, soit de manière simultanée ou, dans le cas de cultures intercalées, avec une période de chevauchement. Le terme de "systèmes simultanés" se réfère à la culture de deux ou

plusieurs types de plantes, soit mêlées, soit cultivées par rangées distinctes. [EN: *Inter-cropping*]

Diversité des cultures ou agro-biodiversité: Variété et variabilité des plants et d'autres microorganismes utilisés directement ou indirectement pour l'alimentation et l'agriculture. Ce concept englobe la diversité des ressources génétiques (variétés, cultivars, races) et des espèces utilisées pour l'alimentation, le fourrage, les fibres, le carburant et les produits pharmaceutiques. Il regroupe également la diversité des espèces qui ne font pas partie des récoltes mais qui contribuent à la production (le sol, les microorganismes, les prédateurs et les pollinisateurs) et espèces de ce milieu dans un rayon plus vaste qui soutiennent les agro-écosystèmes et leur diversité. [EN: *Crop diversity or agro-biodiversity*]

Insectes suceurs de sève: Insectes qui insèrent leur trompe dans les tiges, les feuilles ou les racines pour aspirer les sucs des plantes. Ces insectes peuvent également être des porteurs de virus. On trouve par exemple au-dessus du sol les pucerons, les punaises et les écailles. Ces espèces peuvent être régulées par leurs prédateurs. Un exemple de ces insectes vivant sous terre est le nématode qui lui, doit être exterminé par fumigation. [EN: *Sap-sucking insects*]

Jachère: Pratique agricole adoptée dans le but d'accroître la fertilité des sols, lutter contre les mauvaises herbes, les maladies et autres nuisances. Il consiste en une période au cours de laquelle un morceau de terre est laissée non-cultivée et dont la terre est remuée pour améliorer la condition microbiologique, chimique et physique des sols. [EN: *fallowed*]

Jachère améliorée: Aide les agriculteurs à restaurer la fertilité de leurs terres plus rapidement lorsqu'il n'est plus possible de laisser la terre en jachère pendant longtemps. Les agriculteurs qui ont recours à des jachères améliorées peuvent bénéficier d'une sécurité alimentaire accrue et d'un accès à des produits utiles. [EN: *Improved fallowed*]

Labour: Technique de travail du sol qui consiste à l'ouvrir à une certaine profondeur et à retourner la terre avant d'ensemencer. [EN: *Tillage*]

Méthode push-pull ("pousser-tirer"): Technique écologique qui améliore la production du maïs et la fertilité des sols. La tactique push-pull réunit deux composantes essentielles: la pyrale qui pond ses œufs dans les plants de maïs est chassée par l'odeur du *Desmodium* planté parmi ceux-ci (push). Autour du champ on plante de l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*) qui attire les pyrales hors du champ (pull). On améliore ainsi les rendements sans employer d'engrais chimiques ni de pesticides. En plus, l'herbe à éléphant et le *Desmodium* constituent un fourrage supplémentaire sain et bienvenu pour le bétail. [EN: *Push-pull method*]

Normes de l'agriculture biologique: Spécifications techniques précises et garanties "biologiques" gérées par des organismes de contrôle. Une fois que ces organismes vérifient le respect des normes applicables, les produits bénéficient d'un label biologique. [EN: *Organic farming standards*]

Organismes génétiquement modifiés: Organisme dont les caractéristiques génétiques ont été altérées par l'insertion d'un gène modifié ou d'un gène d'un autre organisme en utilisant les techniques du génie génétique. [EN: *Genetically modified organisms*]

Pesticide : Produits utilisés sous forme d'herbicides, de fongicides, d'insecticides et de nématicides appliqués sur les cultures agricoles et les animaux afin de combattre les organismes nuisibles, les agents pathogènes ou les maladies. *[EN : Pesticide]*

Plante bisannuelle: Une plante qui accomplit son cycle de vie en deux années. *[EN: Biennial plant]*

Recyclage (semence): Pratique consistant à sélectionner les semences de plants particulières pour la prochaine saison agricole. *[EN: Recycling (seeds)]*

Rhizobia et mycorhize: Les rhizobia sont les bactéries contenues dans les nodules racinaires des légumineuses. Elles sont capables de fixer l'azote de l'air et de le transmettre au sol. Les mycorhizes sont des champignons qui se développent en association ou en symbiose avec les racines de plantes plus développées. Les mycorhizes améliorent la fertilité des sols, car elles renforcent la capacité des racines à absorber les minéraux et donc leur résistance aux maladies. *[EN: Rhizobia and mycorrhiza]*

Rotation des cultures: Rotation régulière des cultures en champs agricoles (ou les cultures et jachères) sur une durée de plusieurs années qui empêche les organismes nuisibles et les maladies de s'installer et qui ajoute des nutriments. Un cycle se déroule souvent sur plusieurs années. *[EN: Crop rotation]*

Sécurité alimentaire: La sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active. *[EN: Food security]*

Substance organique de synthèse: Substance à base de carbone obtenue par synthèse en laboratoire. *[EN: Synthetic organic chemicals]*

Vannage au vent: Technique qui permet de séparer les grains de certaines céréales de leurs diverses enveloppes et d'éliminer les parasites logés dans les stocks de grains. Le vannage est l'opération complémentaire du battage. *[EN: Wind winnowing]*

Variété hybride: Organismes issus d'un croisement entre deux variétés différentes pures qui cumulent les qualités prédominantes des variétés dont elles sont issues. Dans l'agriculture, les hybrides combinent les caractéristiques favorables des parents. Elles sont souvent plus productives et plus résistantes aux maladies. *[EN: Hybrid variety]*

Zone agro-écologique: Unité cartographique des terres permettant d'appliquer les concepts et principes écologiques à l'étude, à la conception et à la gestion des interactions écologiques au sein des systèmes agricoles. Les éléments essentiels dans la définition d'une zone agro-écologique sont les suivants: période de croissance, régime de température et les unités de sols. *[EN: Agro-ecological zone]*

ACRONYMES

AB	Agriculture biologique
ACCRM	Association des collectivités, cercles et régions du Mali
AMM	Association des Municipalités du Mali
ANICT	Agence Nationale d'Investissement des Collectives Territoriales
BPOP	Best Practices for Organic Production
CNCAS	Crédit Agricole du Sénégal
CNSL	Baume de cajou (Cashew Nut Shell Liquid)
CO ₂	Dioxyde de carbone
CO2	Carbon dioxide
CPS/MDR	Cellule de Planification et de Statistique du Ministère du Développement Rural
CRESP	Centre de Ressources pour l'Emergence Sociale Participative
DAP	Phosphate diammonique (NH ₄) ₂ HPO ₄
DAP	Diammonium phosphate (NH ₄) ₂ HPO ₄
DDT	Dichlorodiphényltrichloroéthane - insecticide organochloré
DNAMR	Direction Nationale de l'Appui au Monde Rural
DNCC	Direction Nationale du Commerce et de la Concurrence
DNCT	Direction Nationale des Collectivités Territoriales (du Mali)
DNSI	Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique
DRCC	Direction Régionale de l'Appui au Monde Rural
EAC	Enquête Agricole de Conjoncture
EREV	Earth Rights Eco-Village Institute
FAO	Food and Agricultural Organization
FMDR	Fonds Mutuel de Développement Rural
GIE	Groupement d'Intérêt Economique
GMOs	Genetically Modified Organisms
GMP	Groupement Mutualiste Pastoral
Ha	Hectare (10 000 mètres carrés)
HCCT	Haut Conseil des Collectivités Territoriales
KfW	Entwicklungsbank
MFR	Microfinance en Milieu Rural
MMPB	Meilleures méthodes de production biologique
NPK	Azote – Phosphore - Potassium
NPK	Nitrogen – Phosphorus - Potassium
OA	Organic agriculture
OAV	Organisation Autonome de la Vallée
OGM	Organismes génétiquement modifiés
OHVN	Office de la Haute Vallée du Niger
OMA	Observatoire du Marché Agricole (Mali)
OMBEVI	Office Malien du Bétail et de la Viande (Mali)
OPAM	Office des Produits Agricoles du Mali
ORS	Office Riz Ségou
ORTM	Office National de Radiodiffusion et de Télévision du Mali
PAM	Programme Alimentaire Mondial
pH	Unité de mesure permettant d'évaluer l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse.
pH	Measure of the acidity or basicity of an aqueous solution

PPIV	Petits Périmètres Irrigués Villageois
PRMC	Programme de Restructuration du Marché Céréaliier (Mali)
SAED	Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal, créée en 1967
SAP	Projet Système d'Alerte Précoce
SCN	Service Civique National du Sénégal
SDRS	Société de Développement Rizicole du Sénégal (n'existe plus)
Senelec	Société National d'Electricité du Sénégal
SRI	Système de riziculture intensive
UREA	Nitrogenous fertilizer

LES MEILLEURES MÉTHODES DE PRODUCTION BIOLOGIQUE

Étapes de travail

Pour atteindre les objectifs vus précédemment, cette initiative prévoit les étapes suivantes :

- Collecte d'informations. Depuis 2008, ICVolontaires et ses partenaires présents au Sénégal et au Mali ont collecté des connaissances préétablies sur les pratiques agricoles par le biais de visites sur le terrain, de questionnaires, de sondages et de cours.
- Ce regroupement d'informations pose les bases du développement de nouveaux supports destinés à l'information. Le programme E-TIC d'ICV a pour objectif d'offrir des outils et des formations pour que les petits agriculteurs, éleveurs et pêcheurs puissent vendre leurs produits sur les marchés locaux et nationaux. Grâce à la création d'un portail et de différents programmes de formation destinés aux connecteurs de terrain (jeunes, femmes, journalistes de radios communautaires), le projet E-TIC a pour but d'offrir des connaissances utiles pour une gestion agricole efficace. Des ressources pertinentes sont disponibles en ligne à l'adresse suivante : www.e-tic.net.
- Création des MMPB. Pendant les années 2011 et 2012, ICV et ses partenaires se sont consacrés à l'élaboration de la version intermédiaire de ce manuel.
- Validation. À partir de 2012, une première version des MMPB sera soumise aux acteurs concernés pour approbation au Sénégal et au Mali, par le biais de différents essais et d'améliorations progressives au cours des mois à venir. Ce processus sera basé sur une procédure spécifique et sur les conclusions qu'on pourra en tirer.

Ce processus de validation s'appuie sur la qualité des informations récupérées, des illustrations, des recommandations, des langues locales et des sites appropriés. Ce processus de développement, qui appelle à la participation, contribue à l'élaboration de supports destinés à encourager les bonnes pratiques grâce à leur contenu et à leur méthodologie.

L'objectif final est de soutenir les agriculteurs maliens et sénégalais en encourageant et en mettant en œuvre des pratiques d'agriculture biologique durable.

- Diffusion à grande échelle. Après avoir développé et fait valider les MMPB au Mali et au Sénégal, ICV et ses partenaires chercheront à faciliter la diffusion et le partage d'expériences. De plus, les marchés propices aux produits biologiques du Sénégal et du Mali seront sondés et les freins au développement de ces marchés seront analysés.

Recommandations

Pour passer de la production conventionnelle à la production biologique, il ne suffit pas simplement de remplacer les engrais chimiques et les pesticides par des éléments biologiques. Les cultures vivrières et marchandes doivent être intégrées à un système agricole équilibré qui regroupe d'autres cultures. Au lieu de solutionner des problèmes, les agriculteurs bio doivent trouver un moyen de les prévenir et doivent, dans la mesure du possible, éviter les substituts aux intrants conventionnels. Il est essentiel de comprendre

comment gérer les insectes nuisibles ainsi que les nutriments et il faut également être capable d'observer et d'apprendre de manière continue.

Pour que les agriculteurs puissent obtenir des rendements et des revenus satisfaisants avec l'agriculture biologique, il est nécessaire d'adopter un certain nombre de mesures intégrées à un système garantissant l'équilibre des interactions entre le sol, les plantes, l'environnement et les hommes. Les facteurs suivants doivent être appliqués simultanément :

- *Sélection du site en fonction des conditions climatiques et de la qualité du sol.* Des mesures appropriées sont nécessaires pour améliorer et maintenir la fertilité du sol et pour éviter les risques d'érosion. Couvrir les cultures ou établir un paillage à proximité des cultures pérennes permet de protéger le sol. Un sol idéal doit être bien drainé, éclairé, meuble, avec une structure finement granuleuse et sableuse, contenant de la chaux et suffisamment de matière organique. Il est également possible d'obtenir de bons rendements sur un sol ni trop dur ni trop mou, qui ne sera pas gorgé d'eau ;
- *Sélection des cultivars.* Il faut choisir des variétés locales adaptées aux conditions agro-écologiques de la région. Les variétés sont sélectionnées selon des facteurs spécifiques tels que les conditions climatiques, le potentiel de rendement, la résistance aux infections ou encore le temps d'attente avant la maturité. Si les agriculteurs sèment un cultivar qui n'est pas adapté à la région, les cultures ne bénéficieront peut-être pas d'un sol assez humide pour croître correctement, en particulier si la saison des pluies est plus courte que la période de croissance de cette variété ;
- *Ensemencement et autres pratiques agricoles.* Utiliser, au bon moment, différents types et quantités de fumier comme les engrais verts ou le lisier. Commencer à recycler les produits agricoles utiles. Établir une production de composte sur le site de l'exploitation avec les déchets des récoltes et du fumier, s'il y en a, et répandre ce composte sur la couche arable. Cela apportera un niveau stable de matière organique dans le sol et améliorera sa structure et ses capacités à nourrir les plantes et à retenir l'eau. Les engrais verts apportent de la matière végétale pour nourrir les organismes du sol et assurer sa fertilité. Établir une rotation et une diversité des cultures pour favoriser l'équilibre naturel. Diversifier le système agricole. Choisir les cultures annuelles appropriées pour la région et opérer des rotations selon une séquence planifiée. Inclure des cultures de légumes comme les haricots ou des cultures fourragères de légumineux dans les rotations pour apporter de l'azote aux cultures suivantes. Planter des haies et des bandes fleuries pour favoriser l'apparition de prédateurs naturels et pour contrôler les insectes nuisibles. La diversité des cultures diminue les risques en rendant les agriculteurs moins vulnérables aux mauvaises récoltes et à la fluctuation des prix. De plus, elle prévient les risques de manque de main-d'œuvre en haute saison, car l'utilisation de la main-d'œuvre est mieux répartie tout au long de l'année ;
- *Récolte.* Récolter au bon moment pour éviter les pertes liées au stockage des cultures vivrières et marchandes ;
- *Après-récolte.* Supervision des cultures et protection contre les insectes nuisibles selon le concept des seuils économiques ;
- *Assistance technique.* Renforcer les compétences des agriculteurs et évaluer les progrès en continue ;
- *Les marchés comprenant les réseaux routiers.* Développement et disponibilité du marché et des infrastructures commerciales ;
- *La sécurité alimentaire.* Développement des régulations au niveau national et régional. Une documentation suffisante pour les inspections et les certifications lorsqu'elles sont nécessaires.

Recommandations importantes pour la conversion biologique :

- Améliorer la fertilité du sol avec l'utilisation d'un compost de qualité. Le compost est un engrais très précieux pour l'agriculture biologique. Plutôt que de brûler les déchets après les récoltes, on les récupère pour produire du compost ou pour les répandre dans le sol. Les déjections animales et les matières végétales doivent être régulièrement récupérées pour la fabrication du compost. D'autres mesures sont à envisager pour contrôler l'érosion du sol : creuser des tranchées, planter des arbres à flanc de colline ou recouvrir le sol avec des végétaux morts ou vifs ;
- Mettre en place des rotations de cultures planifiées et des systèmes de cultures intercalaires. Une combinaison de cultures annuelles et de cultures pérennes comportant des cultures recouvertes d'engrais verts à base de légumineux est nécessaire. Combiner des variétés de cultures sélectionnées ou améliorées ;
- Intégrer le bétail dans le système agricole. Planter des rangées d'arbres qui fixent l'azote entre les cultures annuelles et les plantes fourragères améliore les conditions nécessaires à la croissance des cultures et constitue du fourrage supplémentaire pour les ruminants. De meilleures étables sont également nécessaires pour récupérer les déjections animales et les utiliser ensuite dans les champs.

Aspects généraux de la production de légumes biologiques

La production de légumes biologiques demande de la flexibilité de la part des producteurs et requiert la mise en place de nouvelles technologies. En plus des défis habituels liés à la production de légumes, les agriculteurs des régions tropicales et subtropicales sont confrontés aux contraintes suivantes :

- Sols pauvres avec très peu de matière organique ;
- Conditions climatiques difficiles (inondations, cyclones, sécheresses) ;
- Manque de technologie adaptée à la production locale et un transfert de technologie trop lent ;
- Manque de variétés adaptées à la région et de semences de bonne qualité ;
- Développement rapide des insectes nuisibles et des maladies ;
- Importantes pertes après la récolte ;
- Manque d'installations logistiques et commerciales.

L'agriculture biologique est une alternative offerte aux producteurs de légumes en Afrique subsaharienne et contribue à améliorer la sécurité alimentaire à l'échelle des ménages.

LA BOÎTE DE SAVOIRS ET DE PARTAGE POUR LES AGRICULTEURS

Les boîtes suivantes sont des thèmes récurrents qui doivent être abordés par les agriculteurs pour étendre leurs connaissances et leurs savoirs sur des questions agricoles.

Généralités

- Les agriculteurs ont-ils été confrontés à une baisse des rendements des cultures vivrières et marchandes au fil des années ?
- Quelles sont les causes de ce déclin selon eux ?
- Selon eux, que doit-on faire pour améliorer les rendements des cultures vivrières et marchandes ?

Sélection du site, rotation des cultures, gestion des insectes nuisibles et des maladies, récolte et stockage

- Comprendre l'importance de la sélection du site, des cultivars et de la préparation des semences ;
- Par quels facteurs écologiques, économiques et sociaux les cultures vivrières et marchandes peuvent-elles être influencées dans la région (qualité du sol, préférences des ménages, demande du marché, politiques économiques nationales et locales, infrastructures, moyens commerciaux, etc.) ?
- Quelle importance les cultivateurs accordent-ils aux cultures intercalaires et à la rotation des cultures pour encourager la fertilité du sol ?
- Les cultivateurs reconnaissent-ils les avantages ou les inconvénients des cultures intercalaires et de la rotation des cultures ?
- La sélection et la multiplication des semences ;
- En plus des améliorations apportées par la rotation des cultures, les cultivateurs connaissent-ils d'autres améliorations potentielles pour accroître la production ?
- Connaître les combinaisons de cultures intercalaires locales adaptées à la région ;
- Comprendre l'importance de la gestion de la fertilité du sol pour améliorer les cultures vivrières et marchandes dans un contexte local ;
- Comprendre l'importance et les méthodes de prévention des insectes nuisibles et des maladies ;
- Contrôler la striga ainsi que les coléoptères qui logent dans les réserves de grains ;
- Stratégies reconnues pour lutter contre les pertes pendant et après la récolte ;
- Agriculture biologique et certification.

Légumineuses

- Quelle attention les cultivateurs prêtent-ils aux cultures de légumineuses ?
- Ces légumineuses sont-elles également cultivées pour faire des engrais verts ? Quels sont les avantages et les inconvénients lorsque l'on utilise des légumineuses comme engrais vert avant la floraison ? Qu'en est-il des déchets après la récolte des haricots ?
- Est-ce que les cultivateurs pratiquent la plantation de légumineuses arborées dans les allées de leurs cultures ? Sous quelles conditions la combinaison des cultures annuelles avec des arbres représente-t-elle un avantage ?

Millet

- Le millet est la céréale la plus résistante à la chaleur et à la sécheresse ;
- La mise en place de pratiques culturales propres au millet permet des rendements plus importants et plus surs.

Riz

- Reconnaître les stratégies de diversification dans la production de riz ;
- Apprendre les bonnes méthodes de production du riz, en particulier le Système de riziculture intensive (SRI) ;
- Développer des connaissances pour savoir comment améliorer les revenus et les certifications biologiques concernant la production du riz ;
- Des différents modèles de cultures peuvent augmenter le rendement total et améliorer la fertilité du sol.

Sorgho

- Le sorgho est adapté à la chaleur et à la sécheresse et peut contribuer à l'agriculture durable ;
- Lorsque le sorgho est cultivé avec peu d'intrants, une augmentation considérable des rendements est possible avec des pratiques et une gestion améliorées (coordination, rotation, fertilité du sol, sélection du cultivar, système de culture) ;
- On s'attend à une augmentation de la demande en sorgho. Afin d'améliorer le potentiel du marché de sorgho et de surmonter les contraintes, des actions concertées tout au long de la chaîne d'approvisionnement sont nécessaires ;
- À quoi pensent les producteurs et les acheteurs lorsqu'on leur parle de sorgho ?
- Quelles sont les bonnes raisons de faire pousser du sorgho ?
- Quelles sont les contraintes liées à la culture du sorgho ?
- Le sorgho est-il de plus en plus ou de moins en moins cultivé dans la région ? Pourquoi ?
- Que pensent les consommateurs du sorgho ? Quels sont les aspects sociaux conditionnant la consommation ?

CULTURES VIVRIÈRES ET MARCHANDES CONNUES

- Céréales : maïs, millet, riz, sorgho, blé
- Légumes : choux, carottes, oignons, salade, tomates
- Racines et tubercules : manioc, pomme de terre, patate douce
- Fruits: mangue, pastèque
- Légumes secs : haricot à œil noir, arachides
- Fruits à coque : noix de cajou
- Fibres: coton

Céréales

Maïs

Le maïs (*Zea mays L.*) est une denrée de base très importante en Afrique subsaharienne. Il peut être utilisé comme aliments pour l'homme et les animaux et comme matière première industrielle. En Afrique subsaharienne, le maïs est produit par des petits cultivateurs en conditions pluviales et est destiné principalement à la consommation. Il est consommé frais en épi, cuit, bouilli ou grillé.

Les faibles rendements en Afrique subsaharienne peuvent être liés à différents facteurs :

- La faible fertilité du sol est l'un des défis majeurs auxquels sont confrontés les petits agriculteurs. La hausse de la densité démographique a eu pour conséquence l'intensification de l'exploitation des terres et a conduit les agriculteurs à réduire ou à arrêter les périodes de mise en jachère qui avaient été bien respectées jusqu'alors. Par conséquent, les nutriments et la matière organique contenues dans le sol se sont appauvris ce qui a entraîné un faible niveau de fertilité et de productivité des sols.
- L'utilisation de semences de mauvaise qualité. À cause d'une mauvaise sélection des semences et d'une utilisation limitée des nouvelles variétés améliorées disponible dans le commerce, les agriculteurs sont incapables de faire face à la demande de productivité.
- Des pratiques culturales inappropriées comme un ensemencement tardif, une mauvaise gestion du chiendent, des insectes nuisibles et des maladies (foreur des tiges), ainsi que la striga sont d'importantes contraintes qui affectent les rendements de maïs. Des pertes élevées après les récoltes sont principalement dues à un séchage et à des conditions de stockage inappropriées qui entraînent l'apparition de moisissure et des attaques de coléoptères pendant le stockage du maïs.
- Un taux d'humidité insuffisant dans le sol est un problème récurrent pour de nombreux agriculteurs qui continuent à cultiver du maïs uniquement irrigué par l'eau de pluie. La nature irrégulière des pluies entraîne un manque d'humidité dans le sol et réduit les rendements de manière significative.

Sélection de variétés adaptées

Le choix de variétés de maïs appropriées pour une région donnée est important car il contribue de manière significative à l'amélioration des rendements. En outre, les agriculteurs doivent également prendre en compte les différences entre les variétés modernes et les variétés traditionnelles. Une mauvaise sélection des variétés peut aboutir à une mauvaise récolte ou à la perte totale des récoltes. Il est donc important de bien choisir les variétés adaptées aux conditions locales de culture en tenant compte non seulement des conditions climatiques et de la quantité de nutriments présents sur le site d'exploitation, mais aussi des habitudes culinaires et des régimes alimentaires des consommateurs.

Variétés traditionnelles : cultivars

Les petits exploitants agricoles de l'Afrique subsaharienne cultivent des variétés traditionnelles de maïs. Les semences sont récupérées à partir de la récolte précédente (recyclage). Ces variétés ont été développées selon les critères spécifiques des agriculteurs et, au fil des années, elles se sont adaptées aux conditions locales de culture (cultivars). En plus d'être bien adaptées aux conditions locales, ces variétés sont adaptées à une faible quantité de nutriments et aux habitudes culinaires des agriculteurs. Les semences peuvent aussi résister aux insectes nuisibles et aux maladies de la région. Les variétés traditionnelles sont disponibles au niveau local et les agriculteurs peuvent reproduire leurs propres graines pour ensemercer. Cependant, les rendements des variétés traditionnelles sont généralement plus faibles à cause des mauvaises méthodes de sélection des semences et d'une mauvaise gestion.

Variétés améliorées

En plus des variétés traditionnelles, on trouve, sur la plupart des marchés, plusieurs types de variétés améliorées de maïs à pollinisation libre ou hybrides. Elles diffèrent les unes des autres selon leur potentiel de rendement, leur période de croissance et leur adaptation aux conditions extérieures comme la sécheresse, les insectes nuisibles et les maladies. Les variétés hybrides ont un rendement plus élevé que les variétés à pollinisation libre, si elles poussent dans des conditions stables. Toutefois, les variétés hybrides coûtent plus cher car il faut acheter de nouvelles graines à chaque époque d'ensemencement. Quant aux variétés améliorées à pollinisation libre, elles génèrent souvent des rendements plus importants que les variétés traditionnelles et les agriculteurs peuvent produire leurs propres semences à partir de leurs récoltes précédentes, réduisant ainsi les coûts liés à l'achat de variétés améliorées commercialisées.

Recommandations sur la multiplication des semences de maïs à la ferme

Les agriculteurs peuvent produire et reproduire les semences de leur exploitation à partir des variétés de maïs à pollinisation libre. Les recommandations suivantes sont destinées à aider les agriculteurs à produire leurs semences :

- Sélectionner une variété à pollinisation libre adaptée à la zone agro-écologique. Pour la trouver, se référer aux cultures existantes de maïs de l'exploitation, au voisinage, au Programme national maïs (PNm) ou à une entreprise de semences locale.
- Choisir le meilleur terrain et le désherber. Maintenir une distance d'au moins 300 m entre le terrain et les autres cultures de maïs de différentes variétés. Les pollinisations croisées entre les différentes variétés seront ainsi évitées et les caractéristiques de la variété choisie seront alors préservées. Les agriculteurs peuvent également semer la variété qu'ils ont choisie un mois avant ou après que les autres champs de maïs environnants aient été semés.
- Ensemercer les cultures de maïs tôt et soigneusement. Observer et gérer les plants de maïs lorsqu'ils commencent à pousser pour garantir une croissance et un développement sain.
- Sélectionnez des plantes de maïs d'apparence saine, en particulier celles qui ne sont pas infectées par les maladies ou les insectes. Les plantes choisies doivent porter des épis de taille correcte avec des grains consistants. Marquer ces épis dans le champ et les laisser pousser jusqu'à maturité.
- Récolter les épis lorsque les plantes commencent à sécher et s'assurer que les épis ne soient pas mélangés avec les épis d'autres variétés. Si les épis sèchent trop, ils seront prédisposés aux infestations de coléoptères dans le champ.
- Faire sécher les épis dans leurs feuilles sur une surface propre et sèche au soleil.
- Retirer les feuilles et égrener les épis de maïs secs en faisant attention à ne pas abîmer les grains et en prenant les meilleurs grains situés au milieu de l'épi. Après avoir égrené les grains, les faire sécher de nouveau. Un grain bien sec doit craquer sous la dent. Nettoyer le grain en enlevant toute saleté ou matière extérieure ainsi que les grains

abîmés. Mettre les grains dans un grand sac et le stocker sur une palette dans un endroit propre, sec et bien aéré. Laisser au moins 50 cm entre le sac et le mur de la pièce.

Jachère améliorée

Traditionnellement, les agriculteurs restaurent la fertilité du sol après une période de mise en culture en laissant une partie de leur terre non cultivée pendant une période allant jusqu'à cinq ans pour restaurer la fertilité, pendant qu'une nouvelle parcelle plus fertile est cultivée pour la production de nourriture. Cependant, la hausse de la densité démographique a considérablement réduit la surface des terres agricoles et a conduit les agriculteurs à réduire ou à arrêter complètement les périodes de mise en jachère. La mise en jachère naturelle de courte durée d'une terre surexploitée n'améliorera pas la fertilité du sol. Par conséquent, il est nécessaire d'améliorer les systèmes de mise en jachère.

L'expérience a montré que des mises en jachère améliorées pendant un à trois ans en rotation contribuaient de manière non négligeable à augmenter la fertilité du sol. Des arbres polyvalents peuvent être utilisés pour améliorer les mises en jachère. Par exemple, des jachères améliorées utilisant des sesbanias (*Sesbania sesban*) se sont avérées efficaces pour ajouter une quantité significative d'azote et de matière organique dans le sol. On peut également utiliser des engrais verts et des cultures de couvertures. Le sol retrouve sa fertilité et la productivité des cultures de maïs suivantes augmente. Il est conseillé d'établir les mises en jachère améliorée en semant différentes espèces qui serviront de nutriments aux plantes et qui seront disponibles plus longtemps.

La gestion de mauvaises herbes

Une gestion des mauvaises herbes réussie dans la culture du maïs dépend de plusieurs mesures telles que :

- Empêcher l'apparition et la propagation des graines de mauvaises herbes en utilisant des semences et des équipements propres.
- Établir des jachères améliorées en utilisant une légumineuse dense qui recouvre bien le sol, comme le pois mascate et le lablab, empêchera la pousse et la prolifération des mauvaises herbes. Cette mesure peut être alternée avec l'application d'une culture de couverture entre les plants de maïs pour définitivement éradiquer les mauvaises herbes.
- Désherber à la main pour enlever toutes les herbes. Le maïs est très affecté par les mauvaises herbes pendant les dix premières semaines de croissance.

Gestion de la striga

Deux espèces de striga sont présentes en Afrique subsaharienne : la *striga hermonhica* à l'ouest et en Afrique centrale, ainsi que la *striga asiatica* à l'est et au sud de l'Afrique.

La striga est une plante herbacée parasite qui pousse en se fixant sur les racines d'une plante hôte comme le maïs. La striga puise ses nutriments dans le maïs qui reste ainsi petit et affaibli. Ces attaques entraînent une baisse des rendements et une perte totale des récoltes. Une fois que la striga s'est installée dans le sol, il devient difficile de s'en débarrasser, en partie à cause de sa capacité de reproduction très rapide. La striga produit également des milliers de graines qui peuvent survivre dans le sol pendant plusieurs saisons et se mettre à germer une fois qu'une culture céréalière est établie. Une gestion réussie de la striga, comme la gestion des mauvaises herbes, dépend de plusieurs mesures telles que :

- Empêcher l'apparition et la propagation des graines de striga. Utiliser des semences et des équipements propres, ainsi que des variétés de maïs qui tolèrent ou qui résistent à la striga, lorsqu'elles sont disponibles ;
- Les légumineuses cultivées en rotation ou en cultures intercalaires avec le maïs stimulent la germination de la striga mais inhibent la croissance des graines après la germination car l'herbe ne peut pas se développer sur une racine de légumineuse. Il est conseillé de

semier des engrais vert et des cultures fourragères telles que le *desmodium*, la *sesbania*, la *crotalaria* ou les graminées fourragères comme l'herbe à éléphant, pendant au moins deux saisons, pour ensuite semer du maïs ou des céréales une fois toutes les deux ou trois saisons jusqu'à ce que la striga soit éliminée.

- Établir des cultures intercalaires avec du desmodium ou d'autres légumineuses comme le pois mascate entre les rangées de maïs augmente la fertilité du sol et réduit considérablement la présence de striga.
- Les agriculteurs peuvent également parcourir leur champ régulièrement et arracher toutes les pousses de striga. Cependant, cela doit être fait suffisamment tôt avant que la striga n'ait eu le temps de produire ses graines et avant que le maïs ne soit complètement infesté.

Prévention des insectes nuisibles et des maladies lors du stockage

Les principaux ravageurs des grains stockés sont l'alucite des céréales (*Sitotroga cerealella*), le grand capucin du maïs (*Prostephanus truncatus*), le charançon des grains (*Sitophilus spp.*) et les rongeurs (principalement les souris). On peut s'en occuper en suivant différentes mesures :

- Une récolte précoce du maïs pour empêcher ou réduire l'infestation des épis dans le champ.
- Cultiver des variétés appropriées dont l'enveloppe recouvre tous les grains.
- Le séchage des grains de maïs est une étape importante pour la prévention des insectes nuisibles lors du stockage. Pour que le maïs soit stocké en toute sécurité, il doit être séché tout de suite après la récolte.
- Minimiser les risques de ré-infestation en détruisant les résidus infectés à la fin de la saison de stockage.
- Inspecter tous les coins sombres, boucher toutes les petites entrées potentielles et vérifier tous les repères environnants où les rongeurs sont susceptibles de se cacher.
- Inspecter régulièrement les stocks et retirer tous les épis et tous les grains contaminés.
- Pour repousser et exterminer les charançons, utiliser des extraits de plantes comme de la praline écrasée, des piments rouges séchés mélangés à de la cendre de bois avec du maïs séché prêt à être stocké.
- Les prédateurs naturels comme le coléoptère *Teretrius nigrens* ont beaucoup été utilisés dans les pays d'Afrique pour tenter de contrôler la prolifération du grand capucin du maïs.

Le maïs Bt est génétiquement conçu pour résister à la pyrale. Il a été créé en combinant les gènes de la bactérie bacillus thuringiensis, qui est naturellement présente dans le sol, avec une graine de maïs. Le maïs Bt produit une toxine qui tue la pyrale du riz (*Maliarpha separatella* (Ragonot)). En plus d'être cher, le maïs Bt ne peut pas être reproduit par les agriculteurs qui ne sont pas autorisés à récupérer ou à échanger les semences. Les pyrales sont très vite devenues résistantes au maïs Bt et le pollen peut transmettre le gène Bt aux variétés de maïs locales.

Réduction des pertes après la récolte

Récolter au bon moment

Le maïs est récolté à la main dans les petites exploitations agricole. Le maïs qui se déguste frais est près à être récolté lorsque les grains se durcissent ou lorsque la matière soyeuse au sommet de l'épi noircie. Lorsqu'elles sont à maturité les cultures contiennent environ 30 % d'humidité. Quant au maïs qui doit être séché, il est laissé sur pied à moitié sec jusqu'à ce que les feuilles soient marrons. Cela représente un risque considérable car pendant ce temps les grains peuvent être mangés par les oiseaux. De nombreux petits exploitants

attendent trop longtemps avant la récolte car ils manquent d'installations de séchage appropriées.

Retarder les récoltes peut entraîner la pourriture des épis, des attaques de rongeurs, d'oiseaux, et de charançons. Cela peut également entraîner la prolifération de champignons pathogènes comme les aflatoxines, surtout s'il pleut lorsque les cultures sont en train de sécher sur pied. Lors de la récolte, l'enveloppe est retirée de l'épi.

Séchage

Les épis doivent être séchés au soleil tout de suite après la récolte, avant l'égrenage. Si les grains ne sont pas séchés correctement, ils attireront les insectes nuisibles et le mildiou. Pour vérifier si le grain est assez sec, secouer une poignée de grains et une demi-poignée de sel dans une bouteille de soda sèche pendant 2 à 3 minutes. Si après que les grains se soient déposés le sel colle contre les parois, cela veut dire que les grains contiennent encore de l'humidité. Les grains doivent donc être mis à sécher de nouveau et doivent être testés régulièrement jusqu'à ce que le sel ne colle plus à la bouteille avant d'être stockés.

Le séchage ne doit pas s'effectuer sur un sol nu, on préférera plutôt une surface en ciment, une natte tressée ou une bâche pour installer des structures de séchage comme le crib ou des hangars de séchage spécifiques. On évitera ainsi que l'humidité, la saleté ou les insectes ne s'infiltrerent dans les grains. En ce qui concerne le séchage en plein air, les grains doivent être à l'abri de la pluie, de la rosée, des animaux domestiques et des oiseaux.

Stockage

Après avoir séché, le maïs doit être stocké dans un endroit propre, sec et bien aéré, en séparant les anciens stocks des nouveaux. Il y a différentes façons de stocker le maïs :

- Les épis de maïs sont suspendus avant l'égrenage au-dessus du feu dans les cuisines pour les protéger des insectes. Il est conseillé d'égrener les épis immédiatement après le séchage pour réduire les dégâts causés par le charançon ;
- L'égrenage doit être fait avec soin pour ne pas abîmer les grains. Après l'égrenage, nettoyer les grains en retirant toute saleté ou élément extérieur ainsi que les grains trop petits ou abîmés ;
- Les grains propres et égrenés sont stockés dans des petits silos métalliques ou dans des sacs en toile (avec perforations) agencés sur des palettes dans un endroit propre et bien aéré. Dans ces conditions, les grains peuvent être entreposés jusqu'à deux ans sans pertes significative de quantité ou de qualité.

On conseille aux agriculteurs qui ne disposent pas de capacité de stockage adéquate de vendre leurs grains immédiatement pour éviter les pertes. Les grains bien secs et égrenés sont prêts à être moulus pour être transformés en farine ou en d'autres produits.

Commercialisation et certification biologique

La majorité du maïs produit en Afrique est consommé sur place. Le maïs est également devenu une culture marchande encadrée par des industries locales, comme le secteur de l'élevage et les brasseries, du fait de la croissance économique, de l'urbanisation et de la hausse des revenus. Il existe de plus en plus d'opportunités de marché continental ou domestique pour le maïs à travers l'Afrique subsaharienne. Les agriculteurs biologiques peuvent profiter de ce potentiel pour positionner le maïs biologique à un niveau national et continental.

Cependant, le marché du maïs biologique reste encore peu développé ou parfois même, inexistant. Un certain nombre de petits exploitants ont déjà commencé à mettre en œuvre des pratiques biologiques, comme les cultures intercalaires. Ils peuvent aisément apprendre

à employer des méthodes biologiques complètes afin d'établir un système de production durable et productif pour leur famille et profiter des avantages offerts par les opportunités du marché local sans avoir de certification biologique.

Millet

Le millet peut être cultivé seul, en cultures mixtes ou en cultures intercalaires. Dans les systèmes de culture traditionnelle, le millet est généralement cultivé avec d'autres cultures vivrières. Les cultures intercalaires et mixtes offrent de nombreux avantages tels que des rendements plus importants et stables, une meilleure utilisation des ressources et des avantages directs sur les cultures comme une meilleure gestion des mauvaises herbes et la protection du sol.

La plupart des producteurs de millet accordent trop peu d'importance aux meilleures pratiques de gestion des cultures, comme les engrais verts, la rotation des cultures ou le fumier animal. Ces pratiques sont importantes pour prévenir l'appauvrissement du sol, pour améliorer sa fertilité ainsi que pour augmenter la productivité et assurer un bon rendement de millet et d'autres cultures. Le millet s'adapte très bien à ces améliorations lorsqu'il est en phase de croissance. Des meilleures méthodes de culture forment également les bases d'une production biologique réussie.

Description des plantes

Le millet perlé ou à chandelle (*Pennisetum glaucum*) ainsi que le mil rouge (*Eleusine coracana*) ont un mode de croissance similaire. Le millet comprend également le fonio (*Digitaria sp.*). Le millet est une culture de saison chaude qui est semée au début de la saison des pluies, lorsque le sol est encore chaud. Le millet se développe bien sur des sols fertiles et bien drainés. Cependant, le millet peut également pousser sur des sols sablonneux et acides, lorsque ces sols présentent une faible humidité et une fertilité médiocre. Cette adaptation est due à l'origine du millet perlé et du mil rouge qui proviennent tous deux de la région du Sahel en Afrique, une région aux conditions très difficiles. Les racines du millet se développent très vite, de façon horizontale et verticale, afin de puiser au mieux l'humidité et les nutriments disponibles. Le millet tolère les sols avec un pH bas.

Production biologique

Le millet perlé peut être cultivé efficacement avec des méthodes de production biologique pour l'alimentation de l'Homme et du bétail. La mise en place de cultures de couverture ou d'engrais naturels pour améliorer la fertilité, la gestion des mauvaises herbes et la rotation des cultures sont la clé d'une production biologique réussie.

Gestion des nuisibles

Le mildiou, le charbon, la rouille, l'ergot sont les maladies qui s'attaquent généralement aux cultures de millet. La pyrale, les vers et la cécidomyie sont les nuisibles les plus problématiques mais les cultures peuvent également être attaquées par les sauterelles, les locustes, les vers blancs et divers papillons.

Le mildiou (*Sclerospora graminicola*) est la maladie la plus dévastatrice. Cette maladie se transmet par le sol, les résidus de récolte, les semences contaminées et les outils. L'infection provoque des inflorescences et la déformation des glumes. Étant donné que la maladie se propage mieux dans les sols alcalins, il vaut mieux réduire l'alcalinité du sol pour contrôler de cette maladie. L'application préventive d'engrais de ferme réduit également l'apparition de cette maladie. Les risques de prolifération de la maladie peuvent être réduits en détruisant les talles et les résidus de cultures infectés. Une mesure préventive consiste aussi à sélectionner des variétés résistantes au mildiou.

Le charbon (*Tolyposporium penicillariae*) attaque la plante du millet pendant la période de floraison après la pluie avec des spores contenues dans l'air. Les infections se produisent lorsque l'humidité et la température de l'air sont élevées. Cette maladie doit être contrôlée par des mesures préventives comme l'utilisation de variétés tolérantes ou résistantes, en programmant la floraison pour qu'elle n'est pas lieu pendant la saison des pluies et en mettant en place des mesures pour respecter l'hygiène des cultures.

La rouille (*Puccinia penniseti*) et l'ergot (*Claviceps microcephala*) apparaissent au moment de la floraison. Ces maladies peuvent être contrôlées en effectuant des semences précoces, en faisant pousser des variétés résistantes (dans le cas de la rouille seulement) et en assurant un approvisionnement modéré de nutriments. Les plantes infestées prématurément et les résidus de cultures infestées doivent être détruits.

Les oiseaux sont les principaux nuisibles des cultures de millet. Des mesures préventives contre l'attaque des oiseaux consistent à utiliser des cultivars qui possèdent des prolongements filiformes plus rigides et plus longs car ces cultivars sont moins attaqués que les cultivars sans barbe. Planter le millet perlé loin des arbres ou des bois peut réduire les risques de dommages. Il est primordial d'éloigner les oiseaux quelques semaines avant la récolte avec des méthodes efficaces comme les filets, par exemple.

Coniesta igenfusalis est la pyrale qui affecte le plus le millet perlé. Cependant, plusieurs ennemis naturels attaquent ce nuisible durant les différentes phases de son cycle biologique. Bien préparer le sol, détruire ou recouvrir les résidus de cultures avec de la terre peut aider à contrôler les pyrales. La rotation des cultures brise le cycle biologique de ce nuisible. Mêler les cultures de millet avec d'autres cultures perturbent le nuisible et favorise l'apparition de ses ennemis naturels. Afin de contrôler la pyrale des céréales, on peut également utiliser la méthode "push-pull" (repousser-attirer). Répandre des extraits de margousier sur les cultures s'avère également utile.

La cécidomyie du millet (*Geiromiya penniseti*) est très présente pendant la saison des pluies. Les grains infectés ne se développent pas et les panicules ont l'air détruit. Une rotation appropriée avec des plantes non apparentées au millet ainsi que des cultures intercalaires peuvent réduire les dégâts occasionnés par ce nuisible. Après la récolte, les résidus de cultures doivent être détruits et les champs doivent être labourés juste avant d'ensemencer. Il est possible de pulvériser du pyrèthre naturel sur les cultures mais cette méthode n'est pas viable économiquement parlant.

Récolte et après récolte

Les variétés de millet perlé produisent des graines prêtes à être récoltées avant que la plante ne sèche. Bien que les grains aient peu de chance de se briser, il vaut mieux les récolter dès qu'ils arrivent à maturité, lorsque la plante commence à sécher, pour éviter des pertes dues aux attaques des oiseaux. Le millet peut être stocké dans un endroit où l'air ne contient pas plus de 12-13 % d'humidité. Puisque le grain de millet est plus petit que ceux du sorgho ou du maïs, il est plus difficile de faire circuler l'air dans le millet avec un séchoir à grain.

Commercialisation et certification biologique

Puisque l'on n'utilise pas de pesticides, le millet peut être cultivé avec des méthodes biologiques et servir de nourriture biologique pour les animaux d'élevage. Certains cultivars de millet perlé ont également été développés pour les graines animales et font preuve de potentiel dans le domaine de l'alimentation de la volaille et du bétail.

Riz

Les systèmes de production du riz (*oryza sativa*) en Afrique sont la riziculture pluviale de plateau, la riziculture pluviale en eau peu profonde (sol marécageux), le riz irrigué et la riziculture en eau profonde (riz aquatique). Ces systèmes se pratiquent en fonction de la quantité d'eau disponible pour les cultures et en fonction de la topographie de la région où le riz est cultivé.

Les défis autour de la production de riz au Sénégal et au Mali

En raison des défis posés par la faible fertilité du sol et par le faible niveau d'humidité qu'il contient, il est difficile de porter les systèmes de production de riz existants en Afrique au maximum de leurs capacités. Ces défis incluent :

- Un accès limité aux semences de bonne qualité ;
- Un appauvrissement de la fertilité du sol ;
- Une pénurie de terres agricoles ;
- L'érosion du sol ;
- L'eau ;
- Les mauvaises herbes ;
- Les insectes nuisibles, les maladies et les dégâts causés par les oiseaux ;
- Des pertes élevées après les récoltes ;
- La production de riz n'apporte que de faibles rétributions.

Sélection des variétés adaptées

- Décider d'adopter un système de riz de plateau ou de plaine en fonction du type de terrain disponible (plateau ou plaine avec des ressources en eau).
- Choisir des variétés traditionnelles ou améliorées adaptées à la région, qui ont été testées dans les conditions locales par d'autres agriculteurs ou par des centres de recherche. Il faut savoir si la période de croissance, la résistance aux mauvaises herbes, les besoins en eau et en nutriments de cette variété sont adaptés aux conditions climatiques les plus difficiles de la région. Il est également important de sélectionner des variétés qui sont très demandées sur les marchés et les variétés que les autochtones préfèrent selon les goûts culinaires locaux.
- Choisir des variétés dont les semences peuvent être sélectionnées, reproduites et réutilisées pour les prochaines cultures. Si de nouvelles semences venues d'autres régions sont disponibles, elles doivent être essayées et contrôlées selon les conditions de la région avant d'être utilisées à grande échelle. Si c'est possible, choisir au moins quatre variétés différentes pour créer la diversité génétique nécessaire à la satisfaction de différents besoins.

Sélection des semences

- Sélectionner des plantes saines de qualité supérieure (conformes au type variétal) pour s'assurer que seules les meilleures semences adaptées aux conditions locales soient utilisées.
- Avant la récolte finale, sélectionner la partie des cultures où les plantes sont uniformes, saines, sans maladie et avec des panicules productives.
- Au moment de la maturité, récolter les panicules et les faire sécher dans un environnement frais jusqu'à ce que leur teneur en humidité atteigne 14 à 15%. Séparer les grains des enveloppes à la main pour éviter toute contamination par d'autres variétés.
- Recycler 30 à 40kg des graines récoltées pour ensemercer une surface d'un hectare. Une récolte lors de la saison sèche permet d'obtenir plus de bonnes graines car elles ont atteint leur pleine maturité et par conséquent, la durée de vie des graines récoltées pendant la saison sèche est plus longue que celle des graines récoltées lors de la saison des pluies.

- Entreposer les graines dans un récipient hermétique, comme un pot, placé dans un endroit frais et sec ou suspendu dans la maison pour le protéger des rongeurs ou des insectes nuisibles. Parfois, il est possible d'ajouter des matières répulsives pour éloigner les ravageurs lors du stockage. Par exemple, un mélange de margousier (neem) sec en morceaux, de feuilles de ricin ou d'autres répulsifs herbacés locaux.

Gestion de l'eau

Un approvisionnement en eau est nécessaire pour une production de riz optimale par le système de riziculture de plaine comme par le système de riziculture de plateau. La gestion de l'eau dépend de la variété du riz, de la pluviométrie, des propriétés du sol, des pratiques de gestion et de la disponibilité des ressources en eau.

Les besoins en eau des systèmes de plateau sont comblés en utilisant au mieux les eaux de pluie. Par conséquent, le riz doit être ensemencé selon les indications du calendrier cultural pour que la phase de croissance (de l'initiation paniculaire à l'épiaison), celle qui a besoin le plus d'eau, se déroule au moment où les précipitations sont les plus importantes. Cela sera complété par la diminution des opérations de labour, la mise en place d'un paillage et d'un système de récupération des eaux de pluie sur les terres en pentes. Il est important d'établir les périodes de semis pour chaque saison en se basant sur la pluviométrie journalière établie sur le long terme (15 ans) ou sur des expériences réelles pour déterminer la période optimale de semis.

Idéalement, le niveau de l'eau des rizicultures irriguées doit être maintenu à 2cm pendant toute la période de croissance, sauf pendant la phase de maturation. Toutefois, cela n'est possible que lorsque l'on peut compter sur un approvisionnement en eau à chaque fois que cela est nécessaire. Or, dans la plupart des situations, l'approvisionnement en eau dépend des pluies et pour beaucoup d'agriculteurs n'ont pas les moyens d'installer des systèmes d'irrigation.

Lorsque les ressources le permettent, les agriculteurs doivent canaliser et conserver correctement l'eau disponible en installant des digues et des canaux pour capter l'eau de ruissellement et la stocker dans un réservoir artificiel. L'eau ainsi collectée pourra ensuite être redistribuée dans les champs lorsque l'approvisionnement en eau de pluie ne suffira plus.

Le Système de riziculture intensive (SRI)

Le SRI est une méthode pour augmenter la productivité du riz irrigué en modifiant la gestion des plantes, du sol, de l'eau et des nutriments. Le SRI, originaire de Madagascar, permet des plantes et des sols plus sains, des racines plus fortes et apporte une plus grande diversité des microorganismes présents dans le sol. Avec le SRI :

- Le sol n'a besoin d'être maintenu humide que pendant la période de croissance lorsque les talles et les feuilles sortent, avant la floraison et la production de graines. Pendant la phase de reproduction, une fine couche d'eau doit recouvrir le riz (1-2cm) à la surface du sol. Le champ ne doit pas recevoir plus d'eau pendant les 25 jours précédant la récolte.
- Transplanter des semis, généralement vieux de 8 à 12 jours, avec seulement deux petites feuilles. Cette opération doit être faite rapidement et avec soin pour ne pas perturber les racines, en mettant un semis par trou au lieu de trois pour réduire la compétition entre les racines. Espacer les plants pour favoriser une meilleure croissance des racines et de la canopée suivant le quadrillage d'une grille de 25 par 25cm ou d'une grille plus grande lorsque le sol est de bonne qualité.
- Le premier désherbage doit être effectué 10 jours après la transplantation et un second désherbage doit avoir lieu dans les deux semaines suivantes. Cela permettra de déterrer les herbes et de rajouter de l'oxygène au sol, ce qui est nécessaire pour les racines. Procéder à un ou deux désherbages complémentaires (3 ou 4 désherbages au total) apportera encore plus d'oxygène au sol. Un sarcloir mécanique très basique, appelé houe rotative, actionné à la main, a été conçu pour permettre aux agriculteurs d'éliminer les mauvaises herbes facilement, rapidement et plus tôt. Le travail fastidieux qui consiste à arracher les herbes une par une à la main une fois qu'elles ont poussé est considérablement allégé.
- Ajouter composte ou engrais lorsque c'est possible pour apporter des nutriments au champ.

Dans plus de 40 pays, le SRI a permis d'augmenter les rendements (de 50 à 100% et plus) et de réduire les semences nécessaires (jusqu'à 90%) ainsi que la consommation d'eau (50% et plus). Ceux qui utilisent le SRI ont également constaté une diminution des insectes nuisibles, des maladies, de l'égrenage prématuré, des grains échaudés et des verses. On constate d'autres avantages pour l'environnement, comme la réduction de l'utilisation des produits chimiques agricoles, de la consommation d'eau et des émissions de méthane qui contribuent au réchauffement climatique.

Réduction des pertes après la récolte

S'occuper correctement du riz biologique après la récolte permet de maximiser la qualité des grains et de minimiser les pertes et les risques de contamination par des matières ou des agents externes. Dans le cas de la production de riz biologique certifiée, il est important de bien séparer le riz biologique des cultures en conversion et des cultures conventionnelles.

Le processus des opérations menées après la récolte commence par la récolte, l'égrenage, le séchage, l'usinage, le stockage et le conditionnement sécurisé, le tout effectué proprement et au bon moment :

- *Récolte.* Le riz est prêt à être récolté lorsque les grains sont durs et qu'ils ont atteint leur taille maximale, lorsque la panicule se courbe vers le bas. Le nombre de jours qui sépare la floraison de la récolte est fixé pour chaque variété. Il faut s'y référer pour procéder à la récolte en temps voulu et pour réduire les risques d'égrenage prématuré. À ce moment-là, la plupart des panicules sont de couleur marron dorée. Afin de prolonger la durée de conservation, le riz doit être récolté lorsqu'il est à maturité. La date est déterminée en fonction de la phase de maturité, des caractéristiques d'égrenage, de la variété et des conditions météorologiques (de préférence par temps sec). Éviter de mélanger les graines de mauvaises herbes avec les grains de riz récoltés. Toute mauvaise herbe avec une graine pleinement développée peut être arrachée avant la récolte. Récolter en coupant les tiges du riz au ras du sol avec une faucille dentelée est bien plus rapide qu'avec un couteau. Les grains de riz récoltés (paddy) doivent être placés sur des bâches pour éviter toute contamination comme les cailloux.
- *Séchage.* Le riz est récolté lorsque sa teneur en humidité est très élevée, par conséquent, il doit être immédiatement séché. Retarder le séchage ou procéder à un séchage irrégulier entraînera des pertes qualitatives et quantitatives avec décoloration des grains et favorisera la prolifération de moisissure et d'insectes. Le paddy doit être répandu uniformément sur les bâches et ne pas former de couche épaisse, sinon, il produira de la chaleur et entraînera la décoloration des grains. Il est préférable de faire sécher les grains dans un environnement frais et sec, plutôt que de les faire sécher trop rapidement en plein soleil pour éviter de détériorer la qualité du grain qui risquerait de se briser pendant la phase d'usinage.
- *Égrenage et usinage.* Les méthodes d'égrenage vont de battre simplement les bottes de riz sur une pierre ou un morceau de bois à l'utilisation de moissonneuses-batteuses mécanisées. L'enveloppe et le son du riz sont séparés pendant l'usinage pour obtenir le grain comestible. Si le riz n'a pas été correctement séché avant l'égrenage, il doit être séché de nouveau à 14% avant l'usinage. Avec la méthode simple, principalement utilisée à l'échelle des ménages et des villages, le riz est blanchi en une seule étape. Cependant, des installations d'usinage appropriées sont nécessaires pour obtenir une plus grande proportion de grains entiers de meilleure qualité et à prix plus élevé. Pour obtenir de bon prix, le riz blanchi doit être entier et ne doit pas contenir d'enveloppes, de

graines de mauvaises herbes, de cailloux ou autres matières étrangères. Dans le cas de la production biologique certifiée, l'atelier servant à l'usinage du riz doit être nettoyé avant l'usinage du riz biologique. Par exemple, cinq sacs de riz biologiques peuvent être d'abord blanchis pour nettoyer l'atelier et seront classés comme riz de cultures conventionnelles. Seul le riz qui sera blanchi ensuite sera considéré comme riz biologique.

- **Stockage.** La qualité du riz peut être affectée par la température et l'humidité. Différents types de riz (riz complet ou riz blanc) nécessitent différentes conditions de stockage. Par exemple, le riz complet peut être stocké pendant deux ans dans un contenant hermétique entre 10 et 35°C, alors que le riz blanc peut être stocké jusqu'à trois ans dans les mêmes conditions.

Commercialisation et certification biologique

La certification biologique de la production du riz est nécessaire uniquement si le marché la demande. Étant donné que les produits biologiques s'étendent de plus en plus aux marchés domestiques et d'exportation en Afrique, de plus en plus de producteurs de riz devront vérifier et faire approuver leur système agricole comme système biologique. Ainsi, on s'attend à ce que les certifications occupent une place importante. Les agriculteurs intéressés devront répondre aux exigences générales en matière de production biologique : ne plus utiliser de pesticides et d'engrais de synthèse, d'organismes traités ou génétiquement modifiés, mais utiliser d'autres méthodes de production durable. Les agriculteurs devront être prêts à apprendre et à appliquer de nouvelles méthodes pour apporter des solutions biologiques aux défis existant autour de la production de riz.

À prendre également en considération :

- Les agriculteurs doivent disposer d'une surface de terre cultivable considérable pour produire des quantités de riz qui vont bien au-delà de l'échelle du ménage (volumes pouvant être commercialisés) pour couvrir les coûts additionnels de la certification. Ils doivent également être propriétaires de leur terre ou disposer d'un bail à long terme.
- Les producteurs doivent avoir accès à au moins une installation destinée à la transformation du riz (pour l'usinage et le conditionnement) où ils pourront négocier le traitement de leur récolte et minimiser la contamination. Ils pourront par la suite, lorsque les volumes augmenteront, acquérir leur propre installation de transformation.
- Un groupe d'agriculteurs venant du même village avec des champs voisins peuvent former une coopérative de producteurs pour minimiser les risques de contamination par les cultures proches. Concernant le riz biologique, il est également important d'éviter toute contamination avec des cultures de riz conventionnelles et d'autres substances pendant la transformation. Tous les équipements utilisés après la récolte pour traiter le riz conventionnel doivent être nettoyés de manière adéquate avant d'être utilisés pour le riz biologique. Il est également très important d'utiliser des sacs propres qui n'ont pas déjà servi pour des engrais chimiques ou pour tout autre produit chimique. Ils peuvent être nettoyés correctement avant d'être utilisés pour les récoltes.

Sorgho

Le sorgho (*Sorghum bicolor*) est la culture céréalière la plus importante derrière le blé, le riz, le maïs et l'orge. Les principaux pays producteurs de sorgho sont le Nigeria, le Soudan, le Burkina Faso, l'Éthiopie, le Mali et l'Égypte.

Le sorgho est une plante pérenne vigoureuse qui est principalement cultivée en culture annuelle. Il peut atteindre quatre mètres de haut et fait preuve d'une tolérance considérable aux conditions de cultures difficiles. Le sorgho a la capacité d'entrer en dormance pendant les périodes de sécheresse pour ensuite se réveiller à la saison des pluies. Il possède également un système de racines efficace qui le rend encore plus résistant à la sécheresse

que la plupart des autres cultures (à l'exception du millet). Le sorgho est cultivé dans des régions où les céréales ne sont pas présentes. L'intérêt grandissant porté sur le sorgho en Afrique est dû à sa résistance à la sécheresse.

Les résidus de sorgho après la récolte peuvent servir pour l'alimentation du bétail. Le sorgho de fourrage est considéré comme l'une des meilleures cultures pour l'ensilage du fait de son rendement élevé, de sa grande teneur en sucres et de ses tiges juteuses. Dans les régions où il ne gèle pas, le sorgho continue à taller et produit de nouvelles feuilles vertes pour les pâturages tant que l'humidité du sol persiste.

En Afrique, le sorgho est une culture de subsistance à faibles rendements, de 500 à 900 kg/ha, ce qui est bien en dessous du potentiel de ces cultures. Ces faibles rendements s'expliquent par des pratiques de production inappropriées, des dommages occasionnés par les maladies et les insectes, l'action de l'herbe parasite striga et par la sécheresse.

Le sorgho est bien adapté à la culture de subsistance et aux marchés locaux. Cependant, il n'y a pas de marché international pour l'alimentation de l'Homme en sorgho. Pour la plupart des agriculteurs, la possibilité de s'améliorer par des moyens automatisés est limitée. Néanmoins, connaître les facteurs qui limitent la production des cultures et connaître les méthodes d'agriculture biologique est une étape importante pour réussir des cultures biologiques.

Stratégies de diversification

Dans des conditions arides, le sorgho est souvent cultivé en cultures intercalaires plutôt qu'en rotation avec d'autres cultures à cause du manque d'eau. Lorsque les pluies sont abondantes ou lorsque l'irrigation est possible, la rotation avec d'autres cultures est plus répandue. La culture de différents cultivars en simultanée est une pratique très répandue également, même s'ils n'arrivent pas à maturité à la même période.

Cultiver le sorgho en rotation avec des cultures non hôtes réduit la prolifération des insectes nuisibles, des maladies du sol et des mauvaises herbes (striga). Une rotation planifiée améliore également la fertilité du sol. Combiner différentes plantes complémentaires avec différentes variétés en une seule et même culture permet d'assurer un rendement minimum en cas de manque d'eau et augmente les rétributions de la terre.

Rotation des cultures

Cultiver le sorgho de manière répétée dans un même champ est déconseillé pour la plupart des cultures arables qui ont besoin de beaucoup de nutriments. Cette pratique augmente le risque d'apparition des nuisibles et des maladies. La rotation (avec du coton ou du soja) réduit la population des nuisibles du sol tels que les larves de taupin, les vers blancs et les vers gris, puisqu'ils dépendent tous des cultures de graminées, qu'ils ont un cycle biologique long et qu'ils sont liés au sol à cause de leur stade larvaire souterrain.

Le sorgho prospère lorsqu'il est planté à la suite d'une légumineuse ou en rotation avec une culture à feuilles larges ou à racine pivotante (coton et soja) qui n'abritent pas les mêmes nuisibles ou maladies que le sorgho. D'autres plantes de la famille des graminées ne doivent pas être plantées dans le même système de rotation. Si le sorgho est cultivé après une culture de légume sec, mieux vaut utiliser une variété qui résiste aux moucheron. Le sorgho peut être cultivé au même endroit qu'une fois tous les deux ou trois ans.

La rotation des cultures est la méthode la plus efficace pour contrôler la striga. La propagation de cette mauvaise herbe parasite est encouragée par les cultures consécutives de céréales et par les terres qui ne sont pas mises en jachère, ce qui a également pour effet

de réduire la fertilité du sol. La striga attaque le maïs, le millet et le riz, tandis que le coton, le soja, le pois cajan, le pois bambara et la pistache de terre agissent comme des cultures pièges (par ordre décroissant selon leur efficacité). Il en va de même pour le tournesol, le petit pois, le niébé, la luzerne, le chanvre, le sésame, le lin, le ricin. Les cultures pièges provoquent la germination de la striga mais ne lui servent pas d'hôtes. Par conséquent, la mauvaise herbe meure et ses capacités de reproduction se réduisent. Ainsi, cultiver le sorgho en rotation avec des cultures pièges pour la striga (le mieux étant les légumineuses pour améliorer la fertilité du sol) est une mesure préventive importante et une mesure de traitement et de gestion de la striga non négligeable.

Le sorgho est cultivé en rotation avec le coton, les arachides, le tournesol, la canne à sucre. Rotations recommandées :

- Arachide – sorgho – pois cajan/niébé ;
- Mil rouge – petit pois ;
- Amarante – ricin – sorgho – piments.

Cultures intercalaires

Le sorgho produit en culture marchande est souvent cultivé en monoculture. Les cultures intercalaires en rangées sont beaucoup plus répandues chez les petits exploitants. Le sorgho peut être cultivé en culture intercalaire avec le maïs, le millet, l'arachide, ou le niébé. Concernant les conditions de cultures pluviales, le sorgho est utilisé pour séparer ou pour délimiter les parcelles d'arachides ou de coton.

Les dégâts provoqués par le moucheron du sorgho sont réduits lorsque le sorgho est cultivé avec des cultures intercalaires de légumineuses. Cultiver le sorgho en cultures intercalaires avec des cultures pièges pour la striga peut contribuer à réduire le niveau d'infestation (plus on a de plantes qui ne sont pas hôtes, plus le contrôle de la striga est efficace).

Lorsque le sorgho est mis en culture intercalaire avec du pois cajan, les deux cultures sont semées après la saison des pluies. Le sorgho se récolte après 100 jours tandis que le pois cajan est laissé pour qu'il puisse utiliser les restes d'humidité et de nutriments contenus dans le sol avant d'être récolté 160 jours après avoir été semé. Lorsque le sorgho est cultivé pour le fourrage, le sorgho peut être cultivé en cultures intercalaires avec d'autres légumineuses, comme le niébé, afin d'améliorer les valeurs nutritionnelles du fourrage.

Sélection des cultivars

Il est essentiel de choisir des cultivars appropriés. Les cultivars choisis sont adaptés aux conditions locales, présentent une tolérance et une résistance aux maladies et aux insectes les plus répandus et sont capables de résister aux verses et aux nuisibles grâce à leurs panicules ouverts.

Il peut être vital de faire pousser des cultivars résistants aux insectes nuisibles et aux maladies. La résistance peut être due à la forme des panicules, à une maturité précoce et uniformisée, et à une bonne adaptation aux conditions locales. Il existe également des variétés tolérantes et résistantes aux nuisibles et aux maladies comme la striga, le mildiou et autres maladies des feuilles, le moucheron du sorgho, le puceron vert des graminées, les pyrales et les insectes qui se nourrissent des panicules.

Les cultivars aux panicules ouverts sont généralement moins sensibles aux attaques des larves de nuisibles qui se nourrissent des graines en formations, et tolèrent mieux les altérations du grain sur pied que les cultivars avec des panicules compactes.

On peut éviter la propagation de virus en faisant pousser des variétés résistantes aux virus. Les cultivars barbus subissent moins de pertes liées aux oiseaux mangeurs de graines. Les cultivars doivent avoir un temps de maturité adapté aux zones ago-écologiques locales. Une bonne tolérance au manque d'humidité est généralement importante dans les climats arides.

Les variétés arrivant plus tôt et uniformément à maturité peuvent échapper à une infestation de nuisibles. Cependant, lorsque l'irrigation est possible, les cultivars à maturité plus longue donnent de meilleurs rendements. Les variétés de sorgho tolérantes au fer doivent être utilisées dans les régions où la déficience en fer pose problème. En plus des critères physiologiques, les consommateurs préfèrent généralement les plantes et les graines tannées (la plante donne sa couleur aux grains). Les variétés qui produisent de la farine de bonne qualité sont particulièrement prisées. Des programmes de croisements récents ont également tenté d'améliorer la qualité du grain. Les grains rouges et bruns sont réservés pour les animaux et pour les brasseries. En général, les différences entre les qualités nutritionnelles des cultivars sont moins importantes que celles provoquées par les facteurs environnementaux. Le sorgho de fourrage ou sorgho herbacé, comme le sorgho du Soudan, est plus approprié pour les pâturages. On s'intéresse de plus en plus aux variétés de Sorgho qui produisent un bon rendement de grain et qui produisent également une quantité considérable de feuilles pour l'alimentation des animaux. Ces variétés sont connues comme étant des variétés à doubles fonctions.

Des variétés hybrides de sorgho sont disponibles. Les hybrides semblent être plus sensibles aux sols à faible pH et pauvres en phosphore et en potassium, et ils ne nécessitent pas de pratiques agronomiques améliorées. Sur les terres irriguées, ils sont plus productifs que les autres semences. Si des semences hybrides sont utilisées pour une agriculture certifiée biologique, il faut faire attention à ne pas utiliser de graines ayant reçu un traitement chimique.

Gestion des nuisibles

Le sorgho cultivé est soumis aux attaques potentielles de nombreux nuisibles et maladies. Certains d'entre eux peuvent entraîner des pertes considérables (même lors du stockage). Dans un contexte d'agriculture traditionnelle, des mesures directes pour la gestion des nuisibles sont rarement employées car les cultures sont menées avec peu d'intrants. Les pratiques de culture améliorées (enterrer les résidus de récolte infectés), l'utilisation de cultivars tolérants et résistants et les intrants naturels peuvent toutefois réduire considérablement les pertes. L'agriculture biologique encourage les méthodes préventives de protection des cultures. Les méthodes curatives directes ne sont recommandées qu'en cas de dernier recours lorsque les méthodes de protection préventives se sont révélées inefficaces.

Le sorgho peut héberger de nombreux champignons, bactéries, virus, et nématodes. Certaines maladies sont très répandues. On rencontre la moisissure du grain, l'antracnose, les maladies foliaires comme l'antracnose, la brûlure helminthosporienne, les taches des feuilles, les taches goudronneuses, le mildiou et les rouilles. D'autres maladies moins courantes peuvent être la maladie du miellat, l'ergot, la pourriture des racines et des tiges.

Le charbon couvert (*Sporisorium sorghi*) : Le sorgho ne peut être infecté par le charbon couvert que lorsque ses semences entrent en contact avec des spores disséminées dans l'air au moment de la récolte. L'infection des nouvelles plantes se produit dans le sol avant qu'elles ne sortent (lorsque la température du sol moyennement sec est inférieure à 25 °C). Les plantes malades présentent des sores de charbon blanchâtres et grisés à la place des grains. Les semences fortement infectées peuvent devenir grisâtres ou noires, en particulier le sorgho à semences blanches. Les champignons ne survivent généralement pas dans le

sol entre deux saisons de cultures. Le charbon couvert a presque disparu là où l'on utilise les semences hybrides car elles sont généralement traitées avec des produits chimiques. La maladie peut tout de même être sérieuse lorsque les semences ne sont pas traitées. Les semences infectées peuvent être traitées à l'eau chaude de manière efficace. La sensibilité des cultivars de sorgho par rapport au charbon couvert varie.

Le mildiou (*Peronosclerospora sorghi*) : Cette maladie affecte les plantes à presque tous les stades de croissance en laissant des rayures vertes et blanches très vives sur les feuilles et les têtes, qui deviennent alors partiellement ou complètement stériles. L'infection provient majoritairement des spores qui survivent dans le sol et des spores disséminées dans l'air, provenant d'autres cultures infectées. Des cultures denses et une pluie abondante après l'ensemencement favorise le développement de la maladie. La maladie ne se transmet pas par les semences si elles sont bien séchées et stockées. Il y a des cultivars résistants. Un contrôle efficace consiste à enterrer profondément les résidus de plantes infectés. Une rotation des cultures appropriée est même plus efficace. Une pause d'au moins trois ans entre deux cultures de sorgho et de maïs empêche les nouvelles spores d'atteindre le sol. Appliquer un fongicide naturel sur les semences ou utiliser un traitement sur les feuilles pour un contrôle encore plus efficace.

Ergot (*Claviceps africana*) : Cette maladie fongique apparaît lorsque le sorgho est cultivé. Elle attaque les ovaires non fertilisés et les réduit en une masse fongique blanche qui est visible entre les glumes. Les fleurs infectées exsudent un miellat sucré et collant qui s'écoule sur les feuilles et le sol et qui, dans des conditions humides, produira une masse blanche poudreuse sur laquelle des spores disséminées par le vent viendront se développer. Le champignon produit des alcaloïdes qui peuvent avoir un impacte négatif s'il est ingéré par les animaux. Des nuits froides 2-3 semaines avant la floraison et un temps froid et humide durant les jours suivant la floraison encouragent la maladie. La maladie de l'ergot constitue un problème lorsqu'elle se produit sur des variétés hybrides. Prendre des mesures sur les cultures comme un semencement précoce, le retrait des panicules infectées lors de la récolte, une rotation de trois ans et un labourage en profondeur sur les résidus de cultures réduiront l'intensité de l'infection mais ces mesures auront peu d'effet si elles sont appliquées individuellement. La résistance de certains cultivars est due à une pollinisation et à une fertilisation rapide. Le traitement chimique des semences avec des fongicides est également efficace mais il n'est pas autorisé en agriculture biologique.

Tache des feuilles (*Ascochyta sorghi*) : Maladie fongique du sorgho qui entraîne généralement des pertes de rendement et des pertes économiques mineures. La maladie est souvent moins sévère dans les champs où le sorgho et le sorgho du Soudan sont cultivés l'un à la suite de l'autre. L'infection se répand avec les spores lorsque le temps est humide ou lorsqu'il y a beaucoup de rosée. Les champignons forment d'abord de petites taches rouges décolorées sur les feuilles qui s'agrandissent et dans lesquelles une tache jaunemarron apparaît au centre. En fin de développement, la partie infectée devient rugueuse lorsqu'on la frotte du bout des doigts. Des feuilles entières peuvent devenir marron avant de mourir. Une mesure de contrôle consiste à éviter les cultures répétées de sorgho et de sorgho du Soudan dans un même champ. Certains cultivars résistent très bien aux taches des feuilles. Vaporiser de la bouillie bordelaise (cuivre) réduit l'intensité de la maladie mais peut également être toxique pour les plantes.

La plupart des espèces d'insectes qui affectent le sorgho attaquent en masse et détruisent non seulement le sorgho mais aussi d'autres plantes naturelles et cultivées. La plupart de ces insectes apparaissent à un moment précis du développement de la plante. Beaucoup d'insectes se nourrissent des feuilles sur les plants de semis, d'autres creusent les tiges et les tuent de l'intérieur, d'autres se nourrissent des feuilles pendant la saison de croissance et

d'autres sucent la sève (insectes suceurs de sève) en se développant dans les glumes. Les insectes nuisibles le plus communs du sorgho sont la mouche de la tige, la pyrale, le moucheron du sorgho et les poux. Des mesures pour améliorer les cultures comme des cultivars appropriés, la préparation d'un lit de semences et le traitement des graines est en général suffisant pour contrôler ces nuisibles. Le contrôle direct des insectes nuisibles n'est que rarement pratiqué. On a démontré que l'application d'insecticides non-spécifiques tue les ennemis naturels et entraîne de ce fait la résurgence des insectes visés et autres.

Le sorgho peut également être attaqué par les nuisibles du stockage comme le charançon du riz (*Sitophilus oryzae*), le tribolium de la farine (*Tribolium castaneum*) et la pyrale du grain (*Silotroga cerealella*).

La mouche de la tige (*Atherigona soccata*) : Les résidus de cultures doivent être rassemblés et détruits avant le début de la mousson. L'utilisation de cultivars tolérants ou résistants est recommandée dans les régions régulièrement affectées par la mouche de la tige et lorsque l'ensemencement est retardé. Inoculer des bactéries de type *Azospirillum* et *Pseudomonas* réduit considérablement les dommages occasionnés par la mouche des tiges. Des cultures denses, des cultures intercalaires (avec des légumineuses ou de l'ail) garantissant une quantité de nutriments et d'humidité suffisante dans le sol, un éclaircissage retardé et un désherbage consciencieux contribuent à réduire les dégâts occasionnés par la mouche de la tige. Des espèces d'herbes sauvages peuvent être utilisées comme des cultures pièges. La fertilisation avec du fumier de bovin peut quant à elle favoriser les dégâts causés par la mouche de la tige (et la pyrale). Les plantes attaquées par la mouche des tiges doivent être enlevées lors de l'éclaircissage pour être détruites. Lorsque les plantes risquent d'être endommagées, on peut les asperger de neem.

Les foreurs des tiges (*Busceola fusca*, *Eldan saccharina*, *Sesamia sp*, *Acigona ignefusalis*, *Chilo partellus*) : Ces insectes préfèrent le sorgho mais attaquent également d'autres céréales et plantes herbacées telles que la canne à sucre et le maïs. Ils peuvent provoquer des pertes majeures. Les larves se nourrissent sur les parties qui poussent durant les différents stades de croissance. Les symptômes sont les mêmes que ceux occasionnés par la mouche de la tige mais se manifestent plus tard par rapport au développement de la plante. D'autres symptômes comme des feuilles scarifiées lors de la saison de croissance (les larves se nourrissent dans les feuilles enroulées) et des tiges percées lors des stades de développement suivants apparaissent. Des attaques tardives lors de la phase générative peuvent aboutir à une mal formation des têtes et dans les cas les plus graves, au détachement des pédoncules. Les foreurs de tiges forment leur chrysalide dans la tige ou entre la tige et une feuille. Selon la température, deux générations ou plus se développent chaque année. L'insecte survit d'une saison à l'autre en se transformant en larve totalement développée à l'intérieur d'une tige. Les pratiques culturales pour contrôler les foreurs de tiges peuvent être l'ensemencement tardif du sorgho, le développement des ennemis naturels, la mise en culture intercalaire du sorgho avec du millet (les adultes ne déposent pas leurs œufs dans les tiges de millet) et la destruction des résidus de récoltes pour tuer les chenilles. Disposer des pièges lumineux pour capturer les adultes qui sont actifs la nuit, peut constituer un premier signal d'infestation. Les insecticides répandus sur les récoltes pour contrôler les foreurs de tiges sont souvent inefficaces puisque ces produits n'atteignent pas les larves qui vivent dans les tiges. Des applications renouvelées de poudre de graines de neem mélangée à de la sciure de bois ou à de l'argile sur les encolures des jeunes plantes peuvent, cependant, être utilisées pour contrôler les foreurs de tiges là où les dommages les plus importants peuvent se déclarer. Dans certaines régions, des extraits de légumineuses papillonées (*Tephrosia spp.*), des mises en jachère, des engrais verts ou des cultures de couverture sont utilisés pour leur vertu insecticide.

Un contrôle biologique des foreurs de tiges est possible grâce à la guêpe *Cotesia flaviceps* (Cameron). La méthode « push-pull » (pousser-tirer) s'est également avérée efficace pour contrôler les foreurs de tiges du sorgho.

Des rangées d'herbe à éléphant ou de sorgho du Soudan sont plantées autour du champ de Sorgho. Elles agissent comme cultures pièges pour attirer et tuer les foreurs de tiges. De plus, des cultures répulsives comme le desmodium et l'herbe à miel *Melinis minutiflora*, peuvent être semées entre les rangées de sorgho. Ces cultures partenaires ont également l'avantage de pouvoir servir en tant que plantes fourragères. Le desmodium fournit également de l'azote dans le sol et supprime la striga, mauvaise herbe parasite.

Le moucheron du sorgho (*Contarinia sorghicola*) : Il s'agit du nuisible du sorgho pouvant être le plus destructeur et il apparaît partout où du sorgho est cultivé. L'adulte s'apparente à une petite mouche orangée qui dépose des petits œufs blancs-jaunâtres sur les épillets des têtes de fleurs, quelques heures après qu'elle soit sortie de l'œuf déposé non loin sur d'autre épillets le matin. Des températures extrêmes ou des conditions très arides ou très humides peuvent entraver le développement de l'insecte. Le sorgho est grandement infesté lorsque les cultures ne sont pas denses, lorsque la période de floraison est prolongée à cause des semis échelonnés et/ou à cause de la culture de cultivars mixtes à période de maturité différentes ainsi que lorsqu'il y a une forte présence de mauvaises herbes hôtes. Les cultures à floraison tardives sont particulièrement exposées aux pertes lourdes puisque la population de moucheron prolifère tout au long de la saison. Il existe des ennemis naturels mais leur population ne commence à se développer de manière significative qu'après l'apparition des dégâts.

Si on plante le sorgho tôt dans la saison de croissance, il échappe généralement à l'infestation. L'utilisation de cultivars hybrides réduit considérablement les dommages. De meilleures pratiques agricoles comme une rotation appropriée avec des cultures non hôtes et la culture du sorgho en culture intercalaire permettent de réduire les dégâts des nuisibles et préservent les ennemis naturels ainsi que la qualité de l'environnement.

Dans certains pays, on vaporise des insecticides mais cette pratique est chère, difficile à mettre en place et elle doit être bien planifiée pour coïncider avec l'envol des adultes. Elle est moins efficace que les autres mesures. Une application de pesticide est utilisée dans certaines régions pour réduire les pertes d'un ensemencement tardif. Les avantages procurés par l'application d'insecticides sont plus significatifs sur les cultivars résistants aux moucheron que sur les cultivars sensibles. Dans le cadre de l'agriculture biologique, on peut utiliser du pyrèthre naturel.

Les capsides (*Calocoris angustatus et autres*) : Ce sont des insectes qui se nourrissent des panicules et qui sont devenus l'un des nuisibles majeurs du sorgho. Les capsides se repaissent des graines arrivant à maturité ce qui entraîne une perte sévère de rendement et de qualité. On a constaté que les variétés améliorées avec des panicules compactes sont plus susceptibles d'être attaquées par les capsides. Lorsqu'ils sont endommagés par les capsides, les grains des cultivars à maturité précoce sont plus en proie aux moisissures, en particulier ceux qui se développent dans des conditions humides ou pendant la saison des pluies.

Les oiseaux : Les pertes dues à l'attaque des oiseaux lorsqu'ils se nourrissent des grains représentent un fléau bien répandu. La culture de variétés de grains ayant des sous-téguments de couleur violette contenant du tannin est un moyen de contrôle efficace puisque les oiseaux délaissent les graines au goût amer.

Manutention pendant et après la récolte

Récolte

Le sorgho est récolté à la fin de la saison des pluies 5 dans le cas des cultures pluviales, ou lorsque les grains se colorent et commencent à durcir. Une récolte rapide est nécessaire pour éviter les pertes majeures dues à l'attaque des oiseaux. Lorsque le sorgho est récolté à la main, les grains doivent contenir moins de 20 % d'humidité. Lorsqu'il est récolté avec des moyens mécanisés, il vaut mieux qu'ils contiennent moins de 13 % d'humidité sinon ils auront besoin d'être séchés. Le rendement potentiel du sorgho dans des conditions favorables est estimé à 7 tonnes/ha. Toutefois, le rendement moyen des grains de sorgho dans le cas des cultures pluviales sous les tropiques est en dessous de 1 tonne par hectare. Les rendements vont de 2 tonnes à moins de 200 kg/ha. Le sorgho irrigué peut produire le double ou plus.

Les agriculteurs récoltent le sorgho à la main. Soit ils coupent les têtes, soit ils arrachent la plante entière pour couper les têtes ensuite.

Après la récolte

Les grains de sorgho sont plus difficiles à conserver que les autres. Une matutention appropriée après la récolte et d'une importance capitale pour éviter d'importantes pertes. Les grains de sorgho sont très sensibles aux nuisibles du stockage et les grains humides favorisent le développement de la moisissure. Malheureusement, les agriculteurs ruinent les efforts considérables qu'ils ont faits pour produire les céréales en ne suivant pas les règles de base du conditionnement et du stockage.

Les panicules doivent être séchées correctement puis battues pour séparer les grains des panicules pour ensuite être stockés dans des sacs bien aérés. Les panicules sont séchées au soleil. Une petite quantité de grains de sorgho est séparée des panicules par une opération de martelage à l'aide d'un pilon après le séchage. Tout comme le blé, les grains se séparent facilement de leurs supports floraux par l'opération de battage. Après le battage, on procède au vannage.

Les panicules sont entreposées dans des greniers à céréales. Ne pas utiliser de sacs en plastique puisqu'ils retiennent l'humidité et favorisent le développement de la moisissure. Pour réduire les infestations de champignons et d'insectes, une couche de feuilles de neem peut être disposée sur le sol du grenier. Les chats et les rats peuvent jouer un rôle utile dans la prévention des rats. En règle générale, les tiges de sorgho et les repousses à partir des chaumes sont enterrées soigneusement dans le sol, données en pâture aux animaux ou tout simplement détruites afin d'éviter le développement des insectes nuisibles. Dans le cadre de l'agriculture biologique, il est déconseillé de brûler les chaumes car cela détruit la précieuse matière organique et les organismes de la couche arable. La destruction par le feu favorise également l'érosion du sol.

Le sorgho de fourrage est souvent séché puis empilé. On peut également s'en servir pour l'ensilage. Le séchage et l'ensilage du sorgho de fourrage est une méthode efficace pour éviter les empoisonnements au cyanure d'hydrogène. Si l'on veut utiliser les restes pour le pâturage après la récolte, le sorgho repoussera mieux si on laisse 10 à 15 cm de chaume. Le sorgho de fourrage est généralement coupé après la floraison en conditions pluviales. Lorsque l'eau et les nutriments s'y prêtent, le sorgho de fourrage peut être récolté plusieurs fois.

En Afrique, la production conventionnelle et intensive de légumes se caractérise par de forts intrants en engrais et en pesticides. Dans la plupart des cas, la production intensive de légumes ne se base pas sur les rotations de cultures et des régions entières se spécialisent

dans un seul type de légume. La production d'un type unique de culture entraîne une surexploitation de la terre, et augmente la prolifération des nuisibles et des maladies. L'usage intensif de pesticides et d'engrais contamine l'eau, l'air et le sol. Après avoir cultivé un même type de culture sur le même sol, années après années, les insectes et les maladies deviennent résistantes aux pesticides courants. Par conséquent, les agriculteurs deviennent dépendants aux intrants externes très onéreux et souffrent des baisses de rendement dus à l'appauvrissement du sol. Ce mécanisme a entraîné de nombreux agriculteurs à changer leurs cultures dans toute une région ou à abandonner leur production. Par ailleurs, les cultivateurs ont développé des troubles de santé dus à une contamination par les produits agrochimiques.

La production de légumes biologique a pris de l'importance dans de nombreux pays car l'application de pesticides est beaucoup plus visible sur les légumes, qui sont plus proches du consommateur, que sur les céréales ou sur les autres produits agricoles qui sont soumis à d'importants traitements après la récolte et à des transformations. Il s'agit de la raison principale pour laquelle les légumes biologiques sont les premiers produits demandés par les consommateurs dans de nombreux pays. Producteurs, transformateurs et commerciaux ont identifié cette opportunité et ont initié des programmes de légumes biologiques frais et transformés. Les légumes biologiques sont les articles les plus importants de l'alimentation biologique.

Blé

Les deux principaux groupes de cultivars sont le blé commun (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*). La consommation de blé est en augmentation constante dans de nombreux pays. Le prix relativement élevé des importations est un fardeau considérable qui pèse sur les économies et incite donc à produire le blé au niveau domestique.

En ce qui concerne la farine blanche, seule la partie interne du grain, riche en amidon et en gluten, est utilisée. Moudre le grain complet donne une farine plus sombre mais plus saine car elle contient le germe de blé (contenant de l'huile et des vitamines) et le son (l'enveloppe qui contient les minéraux). En général, la culture du blé nécessite peu d'intrants et peut de moyens mécanisés. Toutefois, une pluie irrégulière, une saison de croissance courte, des périodes de chaleur extrême, un sol pauvre, ainsi que des maladies et des nuisibles agressifs peuvent poser des problèmes pour mener les cultures à terme.

Conditions agro-écologiques

Le blé est une culture qui se trouve essentiellement dans les climats tempérés et subtropicaux. La saison sèche et les étés modérément chauds favorisent de bonnes cultures de blé. Étant donné que les cultivars ont été adaptés à une grande variété de conditions, le blé peut aujourd'hui être cultivé dans des climats modérés à froid des latitudes nord et sud jusqu'à l'équateur, et du niveau de la mer jusqu'à plus de 4 500 mètres d'altitude. Comparativement à d'autres céréales, les besoins du blé en eau et en sol sont assez spécifiques. Le blé commun et le blé dur ont en quelque sorte des besoins écologiques différents.

Stratégie de diversification

Dans des conditions tempérées, la culture répétée du blé est commune en agriculture conventionnelle. La culture du blé en continue entraîne toutefois une plus grande compétition avec les mauvaises herbes, l'apparition de maladies dans le sol (pourriture du pied et des racines), l'appauvrissement des nutriments et la baisse des rendements. Une rotation des cultures appropriée permet des cultures de blé réussies.

Une culture de céréale ne doit pas être plantée plus de deux fois de suite sur un même terrain. Le blé ne doit être ressemé qu'une fois tous les trois ans sur une même parcelle. Il doit être cultivé en rotation avec des plantes qui n'attirent pas les mêmes nuisibles et les mêmes maladies que le blé et qui aident à contrôler les mauvaises herbes. Les partenaires les plus efficaces pour la culture en rotation du blé sont les légumineuses car elles ne transmettent pas de maladies au blé, elles recouvrent le sol densément et elle apporte de l'azote aux cultures suivantes.

Les meilleures cultures pour précéder le blé sont les légumineuses et les tubercules. Le blé profite de l'azote apporté par les légumineuses. Les tubercules laissent de petits sillages ce qui facilite la préparation du sol pour le blé. La culture du blé en seconde position après une légumineuse est également recommandée. Cultiver du blé après une autre culture céréalière augmente les risques de nuisibles et de maladies.

Le blé peut également être cultivé en cultures intercalaires. Les bons partenaires du blé en cultures intercalaires sont le pois chiche, l'orge, la moutarde, le petit pois, le pois cajan à longue maturation, la lentille, ou le carthame. Le blé peut également être planté avec des cultures à courte maturation (pois chiche, lentille ou lentille d'Espagne) à la fin de sa saison de croissance, si le sol est encore suffisamment humide. Une culture de couverture peut également être plantée après le second désherbage des cultures, avant que le blé ne sorte. Des passages successifs avec une herse à céréale, un sarcloir ou un ameneur mélangent les graines et améliorent la germination.

Gestion des maladies

La gestion des nuisibles et des maladies peut être directe ou indirecte. En moyenne, les maladies et les nuisibles détruisent environ 20 % de la récolte potentielle de grains, cette proportion couvre également les pertes lors du stockage. Dans certains cas, les pertes lors du stockage sont les plus importantes. Les pertes dues aux maladies peuvent être contrôlées efficacement en faisant pousser des cultivars qui développent une tolérance et une résistance à ces maladies et en appliquant un modèle de rotation de cultures approprié pour assurer de bonnes conditions de croissance.

La gestion des nuisibles est principalement basée sur des mesures préventives et de grands efforts sont faits pour créer des variétés résistantes aux nématodes, aux punaises des céréales et aux mouches de Hesse. Ces ravageurs peuvent considérablement affecter les rendements de blé. Dans les climats secs, des mesures directes contre les maladies qui se développent dans des conditions humides ne sont pas utiles en général. En revanche, des traitements occasionnels sont plus appropriés dans les climats humides qui sont plus favorables au développement des maladies.

Les formes de rouille les plus dangereuses et les plus répandues sont la rouille noire (*Puccinia graminis f.sp.*) et la rouille brune du blé. Dans les climats froids, des rayures ou de la rouille jaune sont également très répandues. La rouille affecte les feuilles et même les épis, réduisant parfois les rendements de moitié. D'autres maladies importantes sont l'helminthosporiose du blé, la gale, la pourriture du pied/racine (*Fusarium spp.*) et le sclérote du pied (*Corticium rolfsii*). D'autres maladies comme les tâches sombres (*Pyrenophora tritici-repentis*), le blanc, la septoriose du blé (*Mycosphaerella graminicola*), les tâches des glumes du blé (*Phaeosphaeria nodorum*), l'alternariose (*Alternaria spp.*), le charbon nu (*Ustilago nuda f.sp. tritici*), le rhizoctone commun (*Rhizoctonia spp.*), la maladie des stries bactériennes ou glume noire (*Xanthomonas translucens pv. undulosa*) et le virus de la jaunisse nanisante de l'orge peuvent être plus ou moins importantes selon les régions.

Pour être efficace, les mesures de contrôle des maladies peuvent tenir compte du mode de transmission de la maladie. Les maladies des pieds et des racines comme le *Fusarium spp.*,

le *Rhizoctonia spp.* et la *Septoria* proviennent du sol. Elles prolifèrent lorsque les rotations de cultures ne sont pas parvenues à briser le cycle des maladies qui sont spécifiques à un endroit donné. Le blanc (*Erysiphe graminis*) et la rouille peuvent être transmis par le vent sur de longues distances. Ainsi, il existe deux groupes de maladies qui doivent être traitées différemment. Les maladies provoquées par un champignon peuvent se propager par le biais de semences infectées. Les maladies provenant des semences peuvent s'avérer difficiles à contrôler. Pour prévenir les transmissions, toute semence utilisée doit être testée, dans la mesure du possible, pour s'assurer qu'elle ne contient aucune maladie. La mesure la plus efficace contre les maladies des semences est d'utiliser des semences certifiées.

La rouille brune (*Puccinia recondita f.sp. tritic*) : maladie du blé la plus dévastatrice. Elle se répand facilement et se retrouve fréquemment en Afrique. La rouille brune peut affecter le blé à tous les stades, à une température située entre 2 et 32 °C et ne dépend pas forcément de l'humidité. Les pertes se présentent sous la forme d'une réduction de la surface verte des feuilles. Les plantes infectées produisent moins de talles et moins de grains, qui sont généralement plus petits. Les symptômes se présentent sous la forme de pustules brunâtres sur la face supérieure des feuilles et sur la gaine foliaire. Sur les cultivars résistants, les pustules restent petites. Des spores noires se développent lorsque la température est élevée. Un traitement direct consiste à arracher et à brûler les plantes affectées. Cependant, la mesure la plus courante consiste à commencer par utiliser des variétés de blé résistantes. Cultiver un mélange de variété peut réduire le taux d'infection. Répandre des décoctions de tabac est une méthode connue pour contrôler la rouille mais il faut prendre quelques précautions pour éviter tout effet sur l'homme.

Rouille jaune du blé (*Puccinia striiformis*) : sous les tropiques, la rouille jaune est la maladie principale du blé cultivé dans les climats de montagne froide, bien qu'une température supérieure à 20 °C arrête sa croissance. Des pertes sont provoquées par la diminution de la surface active de la feuille, la croissance réduite des racines et une perte en eau accélérée.

Helminthosporiose du blé (*Cochliobolus sativus*) : maladie provenant du sol. Elle affecte de nombreuses céréales, herbes ou légumineuses et est présente dans les sols à travers le monde entier. La maladie affecte toutes les parties de la plante, à tous les stades de son développement et peut entraîner de sérieux dégâts, en particulier dans les régions arides et sur les plantes qui manquent d'eau. Une fois que le sol est infecté, une dissémination aérienne provoque de sévères maladies foliaires et des pertes de rendement (lorsque l'humidité est élevée). Les infections précoces tuent les semences ou donnent des plantes chétives avec des talles avortés, alors que les infections tardives provoquent une maturité prématurée avec de petites graines rétractées. Des lésions brunes et noires, marquant un contraste net avec les tissus sains des feuilles, se manifestent sur les feuilles inférieures après que la plante est sortie. Le symptôme le plus visible est un entre-nœud subcoronal marron foncé.

D'autres mesures préventives consistent à éviter l'infestation des terrains, à cultiver des cultivars résistants, à mélanger des cultivars résistants aux cultivars sensibles et à traiter les semences avec des microorganismes et des extraits de plantes (la moutarde qui contient un taux élevé de glucosinolate). La seule mesure directe efficace consiste à brûler les résidus de blé après la récolte pour réduire la population pathogène dans le sol (mais cela signifie que la matière organique de la couche arable va brûler elle-aussi).

Le blanc (*Erysiphe graminis*) : construit des coussins fongiques de couleur blanche à gris-marron avec des points noirs sur les feuilles, ce qui entraîne leur mort et des pertes de rendement. Le blanc n'est inquiétant que pour les cultivars hautement sensibles. Sa prolifération est encouragée par un approvisionnement élevé en azote et par des rangs très

resserrés avec un maximum de contact entre les plantes. Les mesures préventives consistent à utiliser des variétés résistantes et des variétés mélangées et à éviter les rangées trop serrées et la sur-utilisation d'engrais.

Gestion des nuisibles

Les ravageurs des champs incluent différents pucerons (qui peuvent également transmettre des virus), les termites, l'herbe, les thrips, les scarabées, les asticots, les vers, les mineuses des feuilles, les moucheron, les mouches à scie, les nématodes (des racines et du grain) et les oiseaux. En Afrique, les sauterelles migrantes détruisent régulièrement les cultures de blé. Si l'on choisi d'utiliser un insecticide naturel, il faut prendre en considération l'impact qu'il aura sur les insectes utiles. Certains organismes de certification biologique restreignent l'utilisation d'insecticides naturels sur les céréales biologiques. Les agents potentiels contre les pucerons, les chenilles ou les acariens incluent le pyrèthre, le *Bacillus thuringiensis*, la roténone, les savons et les pulvérisations d'huiles et de neem.

Les pucerons : Les pucerons percent et sucent les sucs à différents endroits de la plante. Une attaque massive de pucerons sur les épis de blé reste la plus dommageable car elle entraîne la pousse de plus petits grains avec moins de protéines. Heureusement, les lourdes pertes sont rares. Les pucerons se développent mieux dans des climats chauds et secs et ont de nombreux ennemis naturels qui sont très importants pour le contrôle de ce nuisible. Des mesures encourageant une grande biodiversité et les ennemis naturels contribuent à contrôler les pucerons.

Nématodes : Les nématodes sont des animaux aquatiques qui se logent dans les films d'eau qui entourent les particules de terre. Leurs larves attaquent les racines et retardent le développement des plantes. Certaines espèces sont très répandues tandis que d'autres ne se trouvent que dans certaines régions. Certaines affectent de nombreuses cultures comme les légumes, les fruits et les cultures de base, tandis que d'autres ne s'attaquent qu'à un type de cultures en particulier. Le blé est affecté par les nématodes à galle. (*Meloidogyne* spp.) et par les nématodes à kyste (*Globodera* spp., *Heterodera* spp.). La plupart des nématodes parasites des plantes vit dans la couche arable. Des espèces peuvent survivre plusieurs années dans le sol (comme les nématodes à kyste). La plupart des nématodes parasites favorise le développement des champignons. Le contrôle des nématodes consiste à interrompre leur cycle biologique avec une rotation des cultures, un encouragement de l'activité microbienne et une utilisation des variétés résistantes. Aucun moyen de contrôle biologique n'a été trouvé à l'heure actuelle et les extraits de plantes ainsi que les amendements du sol qui ont été expérimentés n'ont pas été fructueux. D'autres mesures comme la solarisation du sol, le traitement des sols à la vapeur ou l'inondation sont assez efficaces mais restent difficiles à appliquer en général.

La punaise des céréales (*Eurygaster integriceps* Puton) : La punaise des céréales et la punaise du blé sont très répandues dans les régions où l'on cultive les céréales pluviales au nord de l'Afrique et au sud-ouest et au centre de l'Asie, pourtant, les pertes ont lieu surtout en Asie centrale et orientale.

Nuisibles du stockage : On retrouve parmi les nuisibles du stockage le charançon du riz, (*Sitophilus oryzae*), le petit perceur des céréales (*Rhyzopertha dominica*), l'alucite (*Sitotroga cerealella*) et le trogodermite des grains (*Trogoderma granarium*). Les rongeurs, en particulier le rat noir (*Bandicota bengalensis*), ravagent également les grains stockés. Les agents pour contrôler les nuisibles du stockage du blé biologique sont limités.

Manutention avant et après la récolte

Récolte

La période de récolte dépend de l'ensemencement, du climat et de la variété cultivée. L'irrigation retarde la récolte alors que des températures élevées accélèrent la maturation. Les grains de blé sont récoltés lorsque la plante devient jaune et que les grains durs et secs prennent une couleur dorée. Les grains de blé à maturité ont une teneur en humidité de 10 à 12 %. Les gros exploitants récoltent les grains de blé avec une moissonneuse-batteuse qui coupe les talles, bat et vanne les grains en une seule étape. Cependant, la plupart des agriculteurs utilisent une faucille pour récolter le blé. Si le blé des champs plus petit est récolté avant qu'il arrive pleinement à maturité, il doit être mis à sécher empilé dans des gerbes sous abri.

Après la récolte

Après la récolte, les grains doivent être séparés des plantes puis vannés pour séparer les grains des enveloppes, des grains pas mûrs et des impuretés. Généralement, le battage s'effectue en tapant les épis de blé avec un bâton, en piétinant la paille ou en roulant dessus avec un tracteur. On peut également battre le blé contre un petit muret ou contre les parois d'un récipient pour ramasser les grains plus facilement et réduire les pertes. Les méthodes de battage manuel entraînent en général de plus grandes pertes qu'un battage mécanisé. L'une des caractéristiques du blé est que le grain se sépare facilement de son enveloppe.

Le vannage à la main est courant sous les tropiques mais il est très laborieux et ne permet pas d'atteindre les mêmes résultats qu'un vannage mécanique. Des souffleuses à bas coup, à main ou mécaniques deviennent de plus en plus populaires pour nettoyer et sécher les grains.

Stockage

Afin d'assurer une bonne durée de conservation et une réduction des pertes, les grains de blé doivent être entièrement séchés et ne doivent pas contenir de poussière, d'insectes ou de mauvaises graines. Une teneur en humidité en dessous de 13 % est considérée comme une valeur sûre pour le stockage du grain. Une température et une teneur en humidité inappropriées dans les grains après la récolte peuvent détruire la qualité de cuisson et créer des taux élevés de mycotoxines, qui sont nocifs pour l'Homme. Les grains secs doivent être stockés de façon à ce que l'air puisse circuler entre, afin de prévenir le développement des moisissures. La zone de stockage doit également être protégée des oiseaux et des rats qui constituent tous deux des problèmes pour le stockage. Sur le site de l'exploitation, on stock généralement le grain dans des fûts métalliques, des pots en terre cuite ou des récipients en polyéthylène. Pour de plus grandes quantités de grains, des silos en bambou et en terre sont également utilisés. Si les grains ne sont pas stockés dans un récipient hermétique, il faudra peut-être les sécher de nouveau et régulièrement.

Des installations pour un entreposage commercial peuvent être une alternative au séchage et au stockage du grain sur le site de l'exploitation où il est produit. Les installations de stockage doivent également être certifiées par un organisme de certification biologique.

La méthode la plus utilisée pour contrôler les insectes dans les grains stockés consiste à les étendre au soleil. La plupart des insectes s'en vont d'eux-mêmes lorsque la température atteint 40-44 °C. Le traitement des grains stockés n'est pas courant sous les tropiques car il est trop coûteux. Les traitements possibles sont la fumigation au CO₂ ou au gaz naturel dans les contenants fermés ou le traitement par la poudre de silice.

Fonio

Le fonio (*Digitaria exilis*), dont l'origine remonte à 5 000 ans avant J-C, fait partie des premières céréales que l'on a commencé à cultiver en Afrique. Le fonio est la plus petite forme de millet.

Selon la mythologie des Dogons, l'un des peuples maliens, le créateur forgea l'univers en brisant un grain de fonio, qui était situé dans « l'œuf du monde ». Les Dogons du Mali pensent donc que l'univers a été créé à partir d'un grain de fonio.

Le Fonio est considéré comme une denrée alimentaire de base dans les zones arides de plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest, tels que la Guinée, la Gambie, le Mali, le Burkina Faso, le Bénin, le Sénégal et le Togo. Le fonio joue un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire lors des périodes de disette et lors des périodes difficiles pendant lesquelles les réserves de nourriture des ménages s'épuisent. Il pousse au niveau de la ceinture sahélienne, une terre semi-aride entre le Sahara et les régions tropicales de l'Afrique Centrale, qui s'étendent de l'océan Atlantique à la Corne de l'Afrique. Étant donné que le fonio nourrit des millions de personnes pendant la période de végétation, il constitue un élément clé pour augmenter le niveau de sécurité alimentaire des ménages.

Ce petit grain contient deux acides aminés essentiels pour l'alimentation de l'Homme : la méthionine et la cystine. Le fonio est une céréale aux propriétés médicinales et curatives. Il est recommandé pour les femmes qui allaitent ainsi que pour les diabétiques et il fait souvent partie des régimes alimentaires des malades. Le fonio est cultivé par de petits exploitants et engendre des revenus importants pour les ménages. A titre d'exemple, le prix de 1 kg de fonio propre est 1,5 à 2 fois plus élevé que le prix du riz.

Le fonio peut potentiellement améliorer la nutrition et contribuer à la sécurité alimentaire, au développement des zones rurales et à l'utilisation durable de la terre. Malgré le développement du maïs et d'autres céréales étrangères, introduites depuis le vingtième siècle, les agriculteurs et les consommateurs africains continuent à apprécier le fonio car il est nutritif et pousse très rapidement.

Les meilleures méthodes pour cultiver le fonio

Le fonio est une culture robuste qui pousse très bien sur des sols peu profonds, sablonneux, rocailloux, inappropriés pour la culture d'autres céréales. En revanche, il ne peut pas être cultivé sur des sols salins ou à texture très fine. Il peut produire des graines dans des sols qui contiennent un taux d'aluminium toxique pour les autres cultures et peut être cultivé sur les étendues arides de la savane où les pluies sont faibles et incertaines.

La culture du fonio nécessite peu d'intrants et est très bien adaptée à la sécheresse et aux terres peu fertiles. Le fonio est cultivé à basse altitude en Gambie, en Guinée, en Guinée-Bissau et au Sierra Léone, mais on le cultive le plus souvent entre 600 et 1 500 m d'altitude. La température moyenne lors de la période de croissance va de 20 °C en altitude, à 25-30 °C près du niveau de la mer.

Le fonio pousse dans des régions où les précipitations annuelles moyennes vont de 150 à 3 000 mm, mais il est le plus souvent cultivé dans des régions où les précipitations varient entre 900 et 1 000 mm par an. Il ne résiste pas aussi bien à la sécheresse que le millet perlé mais les cultivars à croissance rapide, qui arrivent à maturité en huit semaines seulement, sont particulièrement bien adaptés aux régions aux pluies brèves et incertaines. Dans les régions où les précipitations sont les plus faibles, il est cultivé dans les vallées où il peut bénéficier des eaux de ruissellement.

La production totale de fonio en Afrique se situe entre 250 000 et 300 000 tonnes par an et s'étend sur plus de 380 000 hectares. Le fonio est utilisé par les Africains pour la préparation du gruau, du couscous, du pain et de la bière. Ces petites graines riches en protéines ne contiennent pas de gluten et commencent à être appréciées en dehors de l'Afrique pour leur

saveur et leurs qualités nutritionnelles. Le fonio est léger, facile à digérer et peut être intégré dans de nombreuses recettes à base de céréales, constituant ainsi un ingrédient de choix pour les produits santé ainsi que pour les personnes allergiques au gluten, celles en mauvaises santé et pour l'alimentation du nourrisson.

Les défis posés par la production du fonio

L'un des obstacles majeurs qui empêchent la hausse de la production de fonio est la longue et difficile transformation de cette céréale. Ce petit grain est traditionnellement décortiqué et moulu par un travail fastidieux effectué par des femmes qui utilisent un pilon et un mortier.

De plus, le travail à effectuer après la récolte est laborieux et demande du temps. Parallèlement, l'urbanisation et ses changements ont fait grimper la demande en aliments sophistiqués et transformés par l'industrie alimentaire, entraînant ainsi un changement des habitudes alimentaires, où l'on privilégie les grains non-traditionnels aux céréales secondaires. La consommation de fonio comme aliment traditionnel a donc diminuée, surtout dans les zones urbaines.

Par ailleurs, l'établissement de critères de qualité concernant le fonio précuit et l'évaluation de la demande en Afrique et en Europe posent encore problème. En ce qui concerne la qualité, le sable utilisé pour la transformation du fonio blanchi constitue l'un des problèmes majeurs à résoudre afin de produire du fonio de qualité, destiné à la vente en grande surface ou à l'exportation.

En outre, il est difficile pour un petit exploitant d'augmenter son volume de production sans avoir accès aux financements nécessaires. Les producteurs de fonio sénégalais s'emploient à rechercher des moyens pour améliorer les marchés locaux et extérieurs.

Les efforts de recherche aux niveaux régional et national se concentrent sur :

- La diversité génétique et la production. On récupère, caractérise et conserve le germoplasme du fonio. Les cultivars prometteurs sont ensuite sélectionnés et proposés aux agriculteurs ;
- L'amélioration des méthodes de battage et de décortilage. Une nouvelle machine à décortiquer vient d'être mise en œuvre (le décortiqueur Sanoussi). De nouvelles méthodes de battage et de décortilage sont actuellement testées ;
- L'amélioration de la qualité du produit. Des techniques et des méthodes pour produire du fonio sans sable (fonio de qualité supérieure) se développent.

Les organisations encourageant le développement et les instituts de recherche sous-régionaux accordent désormais plus d'attention aux cultures. On a obtenu les résultats suivant :

- Dans le cadre d'une approche participative, les facteurs limitant la promotion des cultures ont été identifiés par les producteurs, les ateliers de transformation et les instituts de recherche ;
- Cinq cultivars avec des cycles de croissance précoce et moyen et avec un bon potentiel de rendement ont été mis à la disposition des producteurs ;
- Une machine à décortiquer a été développée et adoptée localement ;
- D'autres outils ayant été introduits sont en train d'être testés ;
- Les technologies pour réduire les pertes après la récolte sont en train d'être expérimentées.

Légumes

Choux

Le chou (*Brassica oleracea L. convar. capitata var. capitata*) est l'un des légumes les plus importants au monde, en particulier dans les zones tempérées. La plupart des choux transformés sont destinés à la production de choucroute.

Variétés adaptées à la production biologique

Les variétés hybrides sont les plus répandues et les plus adaptées en agriculture biologique. Bien qu'il existe des variétés de chou rouge et de chou vert, c'est le chou blanc qui domine les marchés. Les agriculteurs doivent choisir précautionneusement parmi les variétés disponibles sur les marchés locaux, en se basant sur leur résistance à la chaleur, au froid, à un certain nombre de maladies ou de troubles physiologiques. La période de croissance varie de 75 jours pour les variétés les plus précoces, 90 jours pour les variétés de moyenne saison, à 120 jours pour les variétés de chou pommé (de l'état de graine à la maturité).

Sélection d'un champ

Concernant la sélection d'un champ approprié avant de semer des choux, les agriculteurs doivent prendre en compte les facteurs suivants pour prévenir un certain nombre de maladies comme l'hernie du chou ou la pourriture sclérotique :

- Le champ ne doit pas avoir servi à la culture de crucifères ou avoir porté des mauvaises herbes crucifères pendant au moins deux ans, voir quatre de préférence. Exemples de crucifères : chou, chou-fleur, brocoli, chou fourragé, chou-rave, chou chinois, moutarde, navet, rutabaga, radis, etc. Exemples de mauvaises herbes crucifères : radis sauvage, bourse-à-pasteur, moutarde des champs, etc. Les déchets de plantes crucifères ne doivent pas être répandus sur ces champs.
- Les champs qui ont été infectés par l'hernie du chou par le passé doivent être strictement contrôlés avec des mesures de pH (au-dessus de 6,5). Il a été signalé que l'application de chaux quelques semaines avant l'ensemencement du chou peut réduire l'infection.

Récolte et après-récolte

Manipulation

Le chou destiné à la transformation doit être délivré au préparateur le plus tôt possible après la récolte. Les choux doivent être récoltés lorsqu'ils sont fermes, avant qu'ils se fendent ou qu'ils éclatent. Si les choux sont destinés au marché frais, laisser 4 à 6 feuilles autour de chaque chou. Ces feuilles sont retirées lorsque les choux sont destinés à la production de choucroute.

Stockage

Entreposer les choux à une température de 0 °C et à un taux d'humidité de 98 à 100 %. Lorsqu'il est stocké dans de bonnes conditions, les choux issus de récoltes tardives devraient se conserver pendant 5 à 6 mois. Les choux issus des cultures précoces peuvent être stockés pendant 3 à 6 semaines. Le chou est maintenu dans ces conditions de stockage où l'air peut être maintenu à température constante entre 0 et 1,6°C. Les choux se flétrissent très vite si l'air est trop sec, une humidité assez élevée est nécessaire pour maintenir les feuilles fraîches et fermes. La durée de stockage des choux tardifs peut être rallongée de quelques mois s'il est maintenu dans une atmosphère constituée de 2 à 5 % d'oxygène et de 2,5 à 5 % de CO₂. Les choux doivent être manipulés avec soin de la récolte au stockage et seuls les choux solides, qui ne présentent pas de jaune, de pourriture ou qui n'ont pas été abimés par les machines doivent être stockés. Avant que les choux ne soient stockés, toutes les feuilles autour doivent être enlevées, seules trois à six feuilles resserrées peuvent être laissées pour protéger le chou. Ces feuilles qui se détachent gênent la ventilation entre les choux, or la ventilation est essentielle pour un stockage réussi. Lorsque le chou est retiré du

stockage, il doit être épluché à nouveau pour retirer les feuilles qui se détachent et celles qui sont abimées. Les choux ne doivent pas être stockés avec des fruits qui émettent de l'éthylène, par exemple, les bananes, les dates et les mangues.

Carottes

Les carottes (*Daucus carota L. ssp. sativus*) sont des plantes bisannuelles de saison fraîche qui sont cultivées pour les racines qu'elles produisent lors de leur première saison de croissance. Bien que les carottes puissent supporter la chaleur de l'été dans beaucoup de régions, elles poussent mieux lorsqu'elles sont plantées lors de la saison fraîche. La carotte est riche en carotène (source de vitamine A), en fibres et en sucres.

Variétés adaptées à la production biologique

Il est important de bien utiliser les variétés spécifiques à chaque saison : variétés d'hiver ou d'été.

Semis

Les carottes sont semées directement sur les champs. Pour atteindre un pourcentage élevé de graines germées, le sol doit être préparé correctement (pas de labour excessif). Les semences doivent être plantées près de la surface et doivent être recouvertes par 0,3-0,6 cm de terre. La germination est lente et irrégulière.

Mode de rotation

Les carottes peuvent être mises en rotation avec de la luzerne ou avec d'autres légumineuses utilisées comme cultures de couvertures, telles que les petites céréales, les oignons ou les épinards. Pour réduire l'apparition de maladies dans le sol, les rotations avec du céleri, du persil, des betteraves, et du colibri végétal sont à éviter.

Récolte et après récolte

Manipulation

Les carottes récoltées et manipulées par temps chaud ont plus de chances de s'abimer, un soin tout particulier doit leur être accordé lorsqu'on les manipule pour éviter qu'elles se flétrissent. Les carottes à maturité sont très bien adaptées au stockage et sont entreposées en grandes quantités pendant l'automne et l'hiver avant d'être vendues sur les marchés frais ou avant d'être transformées. Une manipulation délicate pendant et après la récolte assure un stockage réussi sans meurtrissures, coupures ou cassures.

Stockage

Les carottes mûres étêtées peuvent être stockées jusqu'à 9 mois entre 0 et 1 °C, à une humidité relative de 98 à 100 %. Cependant, même dans ces conditions optimales, 10 à 20 % des carottes commenceront à pourrir après 7 mois de stockage. Dans les conditions commerciales réelles généralement observées (0 à 4 °C) avec 95 % d'humidité, 5 à 6 mois de stockage répondent à une attente plus réaliste. Un refroidissement immédiat après la récolte à 4 °C ou moins est essentiel pour assurer un stockage plus long. Les racines qui n'ont pas été pré-refroidies correctement, pourrissent plus rapidement. Les carottes perdent leur teneur en humidité facilement et risquent de se flétrir.

Il faut maintenir un taux d'humidité élevée. Les carottes stockées à 98-100 % d'humidité pourrissent moins que celles qui sont stockées à 95 % d'humidité. Une température maintenue entre -1 et 1 °C est essentielle pour minimiser la pourriture et les germes. Dans le cas d'un stockage entre 4 et 10 °C, un niveau assez important de pourriture et de germes pourrait se développer entre 1 et 3 mois. Une grande partie de la pourriture est causée par des organismes et peut être évitée grâce au lavage. Des carottes propres et lavées permettent également une meilleure circulation de l'air. La circulation de l'air entre les

cakeots de carottes disposés sur des palettes est nécessaire pour enlever la chaleur émise par la respiration, pour maintenir une température constante, et pour empêcher la condensation.

L'amertume des carottes, qui peut se développer lors du stockage, est due à un métabolisme anormal provoqué par l'éthylène. Ce gaz est produit par les pommes, les poires et certains autres fruits et légumes, ainsi que par des tissus en décomposition. L'amertume peut être évitée en entreposant les carottes loin de ces produits. Le développement de l'amertume peut également être évité avec un stockage à basse température qui minimise la production d'éthylène. Des tâches marron ou une décoloration peuvent également apparaître sur les carottes stockées.

Oignon

L'Oignon (*Allium cepa L. var cepa*) est originaire d'Asie centrale. Les oignons produisant des bulbes en en forment un seul par saison. Il en existe deux types principaux : l'oignon de garde et l'oignon « doux ». La différence entre les oignons de garde et les oignons frais réside dans le fait que les oignons de garde se conservent plus longtemps.

Variétés adaptées à la production biologique

Il est recommandé d'utiliser des variétés à croissance rapide pour limiter la période d'exposition aux maladies. Les oignons peuvent être cultivés à partir de graines, de petits oignons en dormance appelés « oignon à repiquer », ou à partir de transplantation d'oignons :

- Oignon à repiquer : semence-90 kg par ha, distance entre les rangées-20 cm, 2 à 3 cm de profondeur. Récolter lorsque l'oignon à repiquer atteint 15 à 20 mm de diamètre. Les entreposer dans un endroit sec jusqu'à l'ensemencement ;
- Plantules : 4-5 graines/pot de 4 cm³ ou plateau avec 20-50cm³/pot prêts à être plantés avec 3 feuilles.

Semis

La taille des oignons dépend principalement de la distance à laquelle ils sont plantés/semés. Avec une densité de plantage faible, les oignons récoltés seront plus gros :

- Ensemencement direct : 4-6 kg par ha ;
- Oignons à repiquer : 800-1000 kg par ha, avec une distance de 5 à 7 cm entre les rangées.

Rotation des cultures

Les oignons biologiques sont semés selon un plan de rotation de cultures. Il est déconseillé de planter des oignons dans le même sol pendant plus d'une saison. Les oignons peuvent être plantés seulement une fois tous les cinq ans dans la rotation de cultures. Cela est important pour éviter les maladies. Les cultures antérieures peuvent être des pommes de terre, des crucifères ou des haricots de grande culture, mais ne peuvent pas être des carottes ou du céleri. Les oignons ont un effet bénéfique en tant que culture antérieure. Les résidus de matière organique d'oignons sont d'environ 1 tonne par ha et contiennent approximativement 25 kg d'azote, 10 kg de phosphore et 35 kg de potassium. Les cultures pouvant être cultivées après les oignons dans la même année incluent les épinards.

Récolte et après récolte

Manipulation

Les oignons peuvent être stockés pendant plusieurs semaines dans un endroit frais et à l'abri de la lumière. Ils peuvent être mis au réfrigérateur mais pas dans un sac en plastique. Celui-ci empêche la circulation de l'air et favorise la pourriture de l'oignon.

Stockage

La bonne période pour procéder au stockage commence lorsque 75 % des feuilles de la culture ont séché puis sont tombées. Un défrichage trop précoce causera des problèmes lors du stockage et un défrichage trop tardif entraînera la chute des couches protectrices de l'oignon, favorisant ainsi les germes. Après la récolte, les oignons se conserveront mieux s'ils sont séchés à l'extérieur pendant une semaine. Laisser les queues sur les bulbes pendant le séchage. Après le séchage, couper les queues à trois centimètres du bulbe. Les oignons peuvent être ramassés à la main ou avec une moissonneuse. Les oignons sont stockés dans un endroit frais et bien ventilé. La température de stockage ne doit pas dépasser 30 °C.

Salade

La laitue (*Lactuca sativa L.*) est une plante saisonnière herbacée. Les variétés formant des têtes sont appelées choux ou laitues pommés. Elles se mangent généralement crues en salade. La laitue a de longues feuilles, parfois frisées, parfois lobées, avec des variantes de couleurs du vert pâle au violet. Les rosettes de la laitue pommée sont quelques fois très compactes.

Variétés adaptées à la production biologique

Bien que la laitue soit adaptée aux climats froids dans la plupart des cas, il en existe des variétés d'hiver et d'été qui peuvent être utilisées lors de ces deux saisons.

Multiplication et gestion de la pépinière

La laitue doit être semée dans des plateaux d'inoculation pour que les jeunes pousses deviennent suffisamment fortes pour le champ. On les transplante lorsqu'elles ont 4-6 feuilles après 25-30 jours. Pour obtenir des laitues plus fortes et plus grosses, les semis peuvent être recouverts d'une fine couche de substrat pendant la phase de croissance en plateau. L'arrosage comportant des risques pour les petites pousses, il est déconseillé d'irriguer les plateaux la veille de la transplantation.

Les platebandes surélevées sont idéales pour la production de laitues. Elles aident à prévenir les dégâts causés par la compaction des sols et par les inondations. Elles permettent également une bonne circulation de l'air entre les plantes réduisant ainsi la contamination par les maladies.

Récolte et après-récolte

Manipulation

La laitue est fragile, elle doit donc être manipulée le moins possible. Les laitues ne sont pas lavées avant d'être stockées mais certaines peuvent être refroidies à l'eau glacée ou bien par vide d'air.

Les laitues et autres plantes à feuilles doivent être maintenues propres, sans trace de terre ou de boue. Un goût plus fort, de l'amertume et des feuilles dures risquent de se développer si la récolte est retardée ou si la culture dépasse sa phase de maturité, le produit ne peut alors plus être mis sur le marché.

La laitue est une denrée périssable qui doit être manipulée avec soin et commercialisée très rapidement. Les laitues peuvent être maintenues temporairement à 0 °C et à une humidité relative de 90-95 % pendant quelques jours. Les laitues pommées sont récoltées lorsqu'elles sont de bonne taille, bien formées et solides. Si les plantes ont été mouillées par la pluie ou par la rosée, elles sont plus fragiles et cassent facilement. Laisser trois feuilles saines de protection autour de chaque laitue.

Mettre 24 laitues par caisse en carton rigide dans le champ et éviter de les entrechoquer. Classer les laitues selon leur taille et les conditionner dans les cartons pour ensuite les expédier. Les laitues frisées, les laitues beurres et les laitues romaines sont coupées, taillées et attachées ensemble pour former des petits paquets compacts avant d'être placés dans les cartons.

Tomate

Les tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) appartiennent à la famille des solanacées et sont proches des aubergines, du paprika et des pommes de terre.

Variétés adaptées à la production biologique

La plupart des commerçants, détaillants et grandes surfaces préfèrent des variétés particulièrement fermes et durables pour minimiser les pertes dues à la manutention au cours de la chaîne logistique du champ jusqu'au point de vente. Les variétés traditionnelles de tomates ont une durée de conservation d'approximativement une semaine. Il existe de nouvelles variétés pour lesquelles les méthodes traditionnelles de reproduction (moyenne et longue conservation), combinées au génie génétique (la tomate Flavr Savr), ont contribué à prolonger cette durée de conservation de quatre semaines. Les tomates génétiquement modifiées ne sont pas admises en agriculture biologique. Pour les producteurs biologiques, la résistance et la tolérance aux maladies sont la plupart du temps bien plus importantes que les autres facteurs tels que la conservation. Par exemple, la tomate Peretti est plus susceptible de pourrir à la floraison que la tomate ronde. De plus, les marchés locaux décident quelles sont les variétés les plus demandées. La demande du marché, la résistance aux maladies, l'adaptabilité aux systèmes de culture et la durée de la période de stockage sont des facteurs qui influencent la sélection des variétés pour la production de tomates biologiques.

Il existe deux types de tomates qui se distinguent suivant leur mode de croissance : les plantes avec une croissance déterminée (tomate non tuteurée) et les plantes avec une croissance indéterminée (tomate grimpante). Les tomates de croissance déterminée se retrouvent chez les tomates non tuteurées et chez les premières variétés qui ont été utilisées pour leur courte période de croissance.

Mode de rotation

Les tomates biologiques sont plantées suivant un système de rotation. La production en continu de tomates peut être changée dans la même année en produisant des laitues, des concombres, des poireaux, des choux-fleurs, du paprika ou en ajoutant une culture de couverture. Pour les agriculteurs qui ne disposent que de petites surfaces cultivables, de longues rotations peuvent s'avérer impossibles. Dans ce cas, il est essentiel d'avoir recours à des pratiques d'enrichissement du sol (engrais verts, composte) pour augmenter la microflore du sol et favoriser la suppression des maladies de manière naturelle. Les pâturages et les cultures de céréales à paille, cultivés en rotation pour améliorer la structure et la matière organique du sol, doivent être plantés quelques mois avant l'ensemencement (problèmes de ver gris et de larve de taupin).

Les producteurs biologiques ont su profiter des avantages des cultures de couverture de légumineuses, telles que la vesce velue (*Vicia villosa*) ou le haricot de grande culture (*Vicia faba*), plantées juste avant les tomates. Les tomates sont plantées dans le champ quand les premières fleurs s'ouvrent. On établit différentes densités de plantes, pour des variétés à croissance forte : 2-2,2 plantes par mètre carré et pour les variétés à croissance plus faible : 2,7-3 plantes par mètre carré. Les producteurs biologiques optent pour une faible densité puisque cela permet une bonne ventilation et réduit le nombre d'infection par les maladies.

Gestion des insectes nuisibles et des maladies

Les tomates sont parfois sujettes à des troubles physiologiques, des maladies et des insectes nuisibles. La priorité en agriculture biologique est donnée aux méthodes de gestion pour la prévention des maladies et des insectes nuisibles :

- Sélection optimale du site ;
- Sélection de variétés résistantes aux nuisibles et aux maladies ;
- Large rotation (s'il y a eu des cas de maladies venues du sol, aucune tomate ne doit être cultivée sur ce sol pendant quatre ans) ;
- Création d'habitats semi-naturels et de surfaces de compensation écologique ;
- Amélioration de la fertilité du sol et activation de la vie microbienne du sol ;
- Approvisionnement équilibré en nutriments.

Grâce à ces mesures, les affections non parasitaires, les troubles physiologiques et les déficiences en nutriments peuvent être réduits. De plus, des préparations organiques sont appliquées, mais elles restent toutefois moins efficaces que les produits de synthèse. Par conséquent, seule une combinaison de méthodes préventives et curatives garantit la réussite de la production de tomates biologiques.

Récolte et après récolte

Manipulation

La récolte des tomates représente beaucoup de travail. Les tomates destinées au stockage ou à l'expédition peuvent être cueillies au stage initial de leur maturité, lorsque l'extrémité du fruit devient rose. Les tomates peuvent être récoltées deux à trois fois par semaine, de préférence le matin. La gestion de la température est primordiale pour assurer une bonne qualité. Les tomates doivent être stockées entre 10 et 13 °C. Le goût sera affecté si les tomates sont entreposées à basse température et une trop haute température accélère le processus de maturation. Si toutes ces mesures sont correctement suivies lors de la phase de croissance, le rendement de tomates biologiques est comparable au rendement de tomates issues de l'agriculture conventionnelle.

Racines et tubercules

Manioc

Le manioc (*Manihot esculenta*) est un tubercule très répandu dans les cultures africaines. Il peut être cultivé en culture vivrière ou marchande, il peut être destiné également à l'alimentation des animaux et il sert aussi en tant que matière première industrielle. En Afrique subsaharienne, le manioc est principalement utilisé pour la consommation humaine, sous de nombreuses formes telles que le manioc frais bouilli ou le manioc transformé sous forme de farine. Les racines de manioc constituent une source importante de glucides et ses feuilles, consommées en tant que légume, sont une bonne source de protéines et de vitamines.

Les défis autour de la production du manioc en Afrique

- Une faible productivité. Bien que le manioc soit une culture importante avec de multiples utilisations, il ne reçoit pas toute l'attention dont il a besoin lors de sa production. Les agriculteurs le plante en général sur des sols très pauvres sur lesquels les autres cultures, comme le maïs, ont échoué. Parfois, le manioc est cultivé en tant que culture intercalaire sûre avec d'autres cultures ayant besoin d'un gros apport en nutriments, comme le maïs et le sorgho, simplement au cas où la culture principale viendrait à échouer. Le manioc est une plante majoritairement exploitée par les petits exploitants, qui le cultivent pour leur propre consommation aux moyens d'outils rudimentaires sur de petites parcelles fragmentées. Les rendements sont également affectés par les infections dues au virus de la mosaïque du manioc, au virus de la striure brune du manioc et dues aux cochenilles du manioc.
- Des pertes élevées après la récolte. De mauvaises pratiques après la récolte entraînent une qualité médiocre du manioc transformé et une contamination par les champignons. Des installations précaires et inadéquates pour le broyage et le stockage, ainsi qu'un accès limité au réseau routier qui est pourtant vital pour créer de la valeur ajoutée, viennent s'ajouter aux défis posés par les opérations après les récoltes.

Le manioc reste simple à produire et est adaptable à de nombreux environnements. Il nécessite peu de main d'œuvre et est moins en proie aux nuisibles et aux maladies. Cependant, on remarque le besoin d'augmenter la productivité, les opportunités de marché et la rentabilité de la production de manioc. Les pratiques biologiques suivantes peuvent contribuer à atteindre ces objectifs.

Installation d'une plantation de manioc

En agriculture biologique, la gestion des cultures commence en offrant aux plantes de bonnes conditions de croissance en améliorant la fertilité du sol et en choisissant du matériel végétal sain. Cela permet à la plante de se développer sainement et de produire de plus grands rendements.

Variétés adaptées à la production biologique

Les variétés de manioc se distinguent selon le potentiel de rendement, la couleur de la chair (blanche ou jaune), le diamètre et la longueur des tubercules, le niveau de résistance aux nuisibles et aux maladies, le temps entre l'ensemencement et la récolte, la qualité à la cuisson et le goût. Certains cultivars prennent 18 mois entre l'ensemencement et la récolte, tandis que d'autres sont prêts à être récoltés après 9 mois. La plupart des cultivars ont été choisis par les agriculteurs selon les conditions de croissance, les rendements et les habitudes culturelles. Dans chaque région, on retrouve des cultivars différents et les agriculteurs en cultivent souvent plusieurs types en même temps dans leur champ.

Recommandations pour sélectionner des cultivars appropriés

Les meilleures variétés de manioc sont celles que les consommateurs préfèrent. Elles poussent vite avec un bon rendement, elles sont facilement stockables dans le sol et elles résistent aux maladies et aux nuisibles principaux. Les critères suivants sont utiles à la sélection des variétés de manioc pour la production biologique :

- Bonne adaptation aux conditions locales. Pour adopter la bonne variété, il est important de bien connaître les conditions générales de croissance du manioc en prenant en compte la durée de la saison des pluies, ainsi que les maladies, les mauvaises herbes et les nuisibles les plus courants. Ces informations permettent de déterminer les caractéristiques nécessaires à chaque variété pour se développer.
- Variétés riches en matière sèche et qualités nutritionnelles. Les variétés de manioc développant des tubercules contenant plus de 30 % de matière sèche constituent des produits de bonne qualité et sont plus rentables lorsqu'elles sont destinées à la transformation.
- Adaptabilité aux différents usages. La variété choisie doit pouvoir être adaptée aux multiples utilisations comme l'alimentation, les aliments pour animaux et l'industrie alimentaire. Les variétés que l'on préfère en général sont celle avec de savoureuses racines pour la consommation des ménages, qui se conservent bien pour la transformation et produisent assez de fourrage pour les animaux.
- Habilité à se développer rapidement. Les variétés se développant rapidement, c'est-à-dire celles dont les racines tubulaires gonflent très vite, peuvent mieux entrer en compétition avec les mauvaises herbes que les variétés à maturité plus tardive. Ces variétés sont également plus adaptées aux régions arides avec des pluies courtes.
- Habilité à être stocké dans le sol. Les variétés capables de conserver leur tubercule longtemps et dans de bonnes conditions après être arrivé à maturité sont préférables. Une bonne conservation dans le sol laisse plus de temps avant de commencer la récolte et réduit ainsi la durée des problèmes de stockage des racines fraîches après la récolte.
- Résistance aux mauvaises herbes locales, aux nuisibles et aux maladies. Les variétés pouvant tolérer les maladies et les nuisibles courants de la région sont préférables.

Sélection d'une zone de plantation appropriée

Le manioc résiste à la sécheresse, peut pousser sur des terres humides et peut fournir des rendements élevés sur des sols pauvres, où des autres cultures ont échoué. Toutefois, les rendements élevés sont obtenus dans des régions avec un sol loameux et bien drainé, où la pluviométrie annuelle est régulière et se situe entre 1 000 et 1 500 mm, avec des conditions climatiques chaudes et humides. Le meilleur site pour planter du manioc doit être plat ou en pente douce. Les pentes raides sont soumises à l'érosion et ne sont donc pas appropriées pour la culture du manioc. Les vallées et les creux ne sont pas recommandés, car ils peuvent provoquer des engorgements. Le manioc est sensible aux engorgements et les sols lourds ne permettent pas aux racines de se développer.

Préparation de la terre et du lit de semence

Lorsque l'on cultive du manioc, il est important de travailler la terre pour ameublir le sol, améliorer le drainage et permettre aux racines de se développer plus facilement. Le niveau de travail au sol nécessaire pour un champ de manioc dépend principalement du type de sol et du drainage du site choisi. Dans les régions avec un sol mince ou avec un sol argileux faiblement drainé, il est important de faire des monticules ou des billons sur lesquels le manioc sera planté pour favoriser un meilleur développement de ses racines et de meilleurs rendements. Dans les sols sablonneux, seul un minimum de labour est nécessaire, le manioc peut être planté à plat sur le sol puisque celui-ci est suffisamment meuble pour permettre le développement des racines.

Préparation de semis de bonne qualité

La multiplication du manioc se fait en semant des petits morceaux de tige (boutures). Le développement du manioc et le rendement dépendent de la qualité de ces boutures. Certaines maladies et certains nuisibles du manioc s'attaquent aux tiges. Sélectionner des boutures saines réduit leur prolifération et les dommages qu'ils entraînent.

Recommandations pour sélectionner de bonnes boutures de manioc

- Sélectionner le matériel végétal à partir de plantes saines de manioc plus anciennes, âgées de 8 à 18 mois, à rendement élevé. Les plantes de manioc saines possèdent des branches et des tiges robustes, un feuillage luxuriant, et ne sont pas ou peu abîmées par les maladies et les nuisibles.
- À partir de chaque plante, sélectionner la partie brune située au milieu de la tige pour en faire une bouture. La tige doit avoir une épaisseur de 2 à 4 cm. Ces parties germent très bien et assure le développement d'une plante vigoureuse, contrairement aux parties vertes du sommet de la tige. Les boutures faites à partir des parties vertes au sommet de la tige ou au pied de la tige ne sont pas adaptées. Elles se déshydratent très rapidement, elles produisent des pousses en mauvaises santé et sont facilement endommagées par les nuisibles et les maladies.
- Attacher les tiges en bouquet et attendre au moins 10 jours avant de les planter. Les tiges récoltées peuvent être stockées pendant deux mois dans un endroit sec, aéré et à l'abri des rayons du soleil, jusqu'à ce que le moment d'ensemencer arrive. Une méthode simple pour conserver les tiges consiste à les disposer verticalement à l'ombre d'un arbre, en enterrant la partie la plus vieille de la tige dans le sol. Le sol doit être humide pour maintenir les tiges en vie tandis que des feuilles se forment sur les parties supérieures des tiges. À la fin du stockage, jeter les parties hautes et basses des tiges, utiliser la partie centrale en guise de bouture. Une autre méthode, principalement utilisée dans des conditions froides, consiste à conserver les tiges dans des tunnels souterrains, à l'abri de l'eau. Les tiges sont placées dans le tunnel sur une couche de paille sèche, avant d'être recouvertes par une seconde couche de paille et de terre.

Semis

Pour obtenir les meilleures pousses et le meilleur développement à partir des boutures de manioc, les aspects suivants sont recommandés :

- *Sélection d'une date de semis appropriée.* Ensemencer le manioc tôt, au début de la saison des pluies, assure une repousse saine et un bon établissement de la plante. Cela permettra à la plante de supporter les attaques des maladies et des nuisibles plus tard dans la saison.
- *Préparation et manipulation des boutures.* Lorsque les tiges de manioc sont coupées en petites boutures pour les semis, chacune doit faire entre 20 et 30 cm de long et avoir entre 5 et 8 nœuds d'où les pousses et les racines partent. L'intervalle laissé entre la coupe des boutures et la mise en terre doit être aussi court que possible pour éviter une déshydratation et une mauvaise performance. Plonger les boutures dans de l'eau chaude (50 °C) en mélangeant une même quantité d'eau bouillante et d'eau froide pendant 10 minutes, juste avant de les planter, pour éviter une attaque de nuisibles logés dans les tiges.
- *Adopter un mode d'ensemencement approprié en fonction du type de sol.* Les pousses de manioc peuvent être plantées à la main en position verticale, inclinée ou horizontale selon le type de sol. Plus le sol est sec, plus la tige doit être enfoncée en profondeur. La méthode verticale est plus appropriée pour les sols sablonneux et consiste à enfouir la tige dans la terre au deux tiers de sa longueur. La méthode inclinée est plus appropriée dans un sol loameux et consiste à planter la tige avec un angle de 45°. La méthode horizontale est recommandée pour les climats secs et consiste à placer la tige entière dans le sol, en position horizontale, à une profondeur de 5 à 10 cm. L'espace

entre les plantes de manioc dépend de plusieurs facteurs tels que la variété utilisée, le type de sol, la fertilité du sol, la disponibilité en eau ainsi que le type de système de culture pratiqué (monoculture ou culture intercalaire). Si le manioc est cultivé seul, il faut laisser une distance d'1 mètre entre les plantes. Si le manioc est cultivé en culture intercalaire, la distance entre les cultures doit être de 1 à 4 mètres en fonction du développement des branches du manioc et des autres cultures pour être sûr que l'espace est suffisant pour les plantes.

Cultures intercalaires

Étant donné que le développement initial du manioc est lent, un système de cultures intercalaires pendant les prémices du développement du manioc est faisable et aide à réduire l'érosion du sol. Toutefois, les agriculteurs doivent considérer le fait que le manioc n'entre pas en concurrence avec les autres cultures et qu'il peut être placé à l'ombre de cultures plus hautes, comme le maïs. Ainsi, il est important de tenir compte du développement des branches du manioc et des autres cultures dans un système de cultures intercalaires pour s'assurer qu'il y ait assez d'espace entre elles. En outre, le manioc peut souffrir de la compétition autour de l'eau et/ou des nutriments. Il faut donc prêter une attention particulière aux espèces des cultures intercalaires qui ont différents systèmes de racines et différents besoins en nutriments.

En général, les agriculteurs intègrent le manioc dans des systèmes de cultures mixtes, simples ou complexes, avec des légumes tels que l'amarante et le gombo, avec des cultures de plantations telles que la noix de coco, le café et le maïs ou avec des légumineuses comme le niébé et l'arachide. Le mode des cultures intercalaires dépend des conditions environnementales, des préférences alimentaires et des conditions du marché local.

Une méthode simple consiste à mêler seulement deux cultures que les agriculteurs choisissent en fonction des différents rythmes de croissance et du temps d'attente avant la maturité. Par exemple, le manioc est une culture de longue durée qui atteint la maturité 9 à 18 mois après avoir été planté. Il est donc cultivé en parallèle avec une culture de courte durée atteignant la maturité en 2 ou 5 mois, comme le maïs, le niébé, l'arachide, le gombo et le melon. Ces cultures arrivent à maturité lorsque le manioc a fini de développer ses feuilles supérieures, il ne rencontre donc aucune compétition lorsqu'il commence à développer ses racines. Dans les cultures intercalaires complexes, composées de trois ou de quatre cultures, de bons rendements ont été obtenus avec les combinaisons suivantes :

- Maïs - Manioc - Melon
- Maïs - Arachides - Manioc
- Maïs - Manioc - Gombo - Niébé
- Maïs - Igname - Manioc
- Maïs - Haricots - Manioc

Un mélange complexe améliore la suppression des mauvaises herbes, réduit la température du sol, retient l'humidité de la couche arable et produit plus de matière organique qu'une monoculture ou un mélange simple. Les nutriments perdus à cause de l'érosion sont également moins importants avec un mélange complexe qu'avec un mélange simple.

Rotation des cultures

Planter du manioc en continu dans le même champ année après année entraîne la prolifération des maladies et des nuisibles, la diminution des rendements et l'échec des cultures. Pour éviter cela, les agriculteurs biologiques doivent attendre au moins deux ans avant de replanter du manioc dans un même champ et doivent établir un système de rotation des cultures. En général, un système de rotation améliore la fertilité du sol, réduit l'érosion et permet de contrôler les maladies et les nuisibles. Une rotation de cultures appropriée dépend

de différents facteurs tels que les conditions climatiques, la demande du marché, ainsi que les compétences et les objectifs des agriculteurs. Cependant, dans les rotations de cultures d'Afrique subsaharienne, le manioc est généralement cultivé en fin de séquence puisqu'il est capable de se développer dans un sol au niveau de fertilité relativement bas, ce qui n'est pas le cas pour les autres cultures.

Ces pratiques produisent du manioc avec un rendement plus faible. Il est important d'établir une rotation de cultures équilibrée qui maintient ou améliore la fertilité du sol et qui donne au manioc une place dans cette rotation qui correspond aux attentes des agriculteurs. Le manioc est une culture qui pousse bien après des cultures de citrouilles, de courges, de maïs et de sorgho ou après une mise en jachère améliorée. Un exemple de rotation sur trois saisons pour la culture du manioc serait : maïs-haricot/manioc/arachide.

Réduire les pertes après la récolte

La manutention du manioc après la récolte vise à maximiser la qualité des tubercules et à minimiser les dommages ou les coupures faites pendant la récolte et le transport. Les jeunes feuilles et les pousses de manioc sont également récoltées pour être consommées en légume et peuvent générer des revenus aussi importants que ceux générés par les tubercules. Toutefois, une récolte excessive de feuilles peut avoir un impact négatif sur le rendement des tubercules.

Date de la récolte

Les variétés de manioc qui arrivent rapidement à maturité peuvent être récoltées après 7 mois, tandis que celles qui mettent plus de temps seront prêtes après 12 mois. La phase la plus appropriée pour la récolte débute lorsque les feuilles jaunissent et tombent, lorsque les racines arrivent à maturité. Il est recommandé de récolter le manioc dès qu'il est mûr. Si on laisse les tubercules dans le sol pendant une période prolongée, elles perdent en qualité et deviennent ligneuses à cause de l'hydrolyse de l'amidon en sucres. Il faut faire attention à ne pas abîmer les tubercules pendant la récolte. Les racines endommagées sont plus sensibles aux attaques de champignons et à la pourriture.

La récolte de manioc demande beaucoup de travail et est effectuée à la main. La récolte est plus facile lorsque le sol est sablonneux ou pendant la saison des pluies. En revanche, lorsque le sol est lourd ou pendant la saison sèche, il faut creuser autour des racines pour les libérer du sol et ensuite soulever la plante. Un jour avant la récolte, on coupe le sommet des plantes à 40-60 cm au-dessus du sol et on les empile à côté du champ. À partir de ce matériel, on sélectionne les tiges pour les prochains semis. On enlève la terre qui reste sur les racines avec la main. Cela doit être fait soigneusement pour éviter d'abîmer ou d'enlever la peau protectrice des racines.

Transport

La première chose à faire après la récolte est de transporter les tubercules du champ au site de transformation ou de consommation. Cela s'explique par le fait que le manioc frais se périme très vite (dans les 2 ou 3 jours après la récolte). Le transport des tubercules de manioc doit être réalisé avec précaution pour éviter les meurtrissures et la déshydratation, surtout si le manioc est destiné à être consommé frais.

Conservation

Puisque les racines de manioc peuvent rester dans le sol jusqu'à 18 mois une fois qu'elles sont arrivées à maturité, la technique de conservation la plus simple consiste à retarder la récolte jusqu'à ce qu'il y ait de la demande. Toutefois, cette méthode présente les inconvénients suivants :

Les racines de manioc perdent de l'amidon et donc perdent de la valeur. Elles deviennent également fibreuses et ligneuses lors d'une période de stockage en terre prolongée. En outre, plus les racines restent dans la terre, plus elles sont exposées aux attaques d'insectes, de maladies et de rongeurs. Enfin, on peut avoir besoin de la terre pour planter d'autres cultures. Les tubercules fraîchement récoltés peuvent être conservés selon les méthodes suivantes :

- Le manioc enterré dans des tranchées fourrées de paille et protégées des eaux d'infiltration peut être conservé jusqu'à 12 mois. Les tranchées doivent être ombragées, il est donc recommandé d'abriter plusieurs tranchées ensemble (sous un toit).
- Stocker le manioc dans des sacs tissés comme ceux du riz ou du cacao. Avec cette technique, on obtient un temps de conservation de 7 à 10 jours.
- Dans le cas d'un stockage en silo, une pile conique de 300 à 500 kg de manioc frais est déposée sur un lit de paille circulaire pour être ensuite recouverte de paille. Le tout est ensuite recouvert d'une couche de terre épaisse de 10 à 15 cm. La terre est prélevée autour du silo pour former un fossé de drainage. Avec ce système de stockage, des pertes minimales allant jusqu'à 20 % seront à prévoir pour une période de deux mois.
- Stocker le manioc dans des cageots contenant une matière absorbante, comme de la sciure. Cependant, si la sciure est trop humide elle peut favoriser la prolifération de champignons et si elle est trop sèche, elle peut entraîner une rapide détérioration des racines. Recouvrir le cageot avec une bâche en plastique perforée empêche la déshydratation de la sciure et permet un stockage de 1 à 2 mois.
- Stocker le manioc à une température inférieure à 4 °C. Ce système réduit la détérioration du manioc et peut être praticable pour les marchés de grande valeur. Les racines, ou plutôt des morceaux de racine peuvent également être congelés. On remarquera que même si leur saveur est préservée, la congélation change la structure des tubercules qui deviennent alors spongieuses.

Commercialisation et certification biologique

La plus grande partie de la production de manioc est destinée à la consommation des ménages. Il devient aussi de plus en plus une matière première pour la production industrielle, en particulier pour la production d'amidon. La certification biologique du manioc est nécessaire uniquement si le marché la demande. Dans ce cas, les agriculteurs intéressés devront répondre aux exigences générales en matière de production biologique : ne plus utiliser de pesticides et d'engrais de synthèse, d'organismes traités ou génétiquement modifiés, mais utiliser d'autres méthodes de production durable.

À prendre également en considération :

- Les agriculteurs doivent disposer d'une surface de terre cultivable considérable pour produire des quantités de manioc qui vont bien au-delà de l'échelle du ménage (volumes pouvant être commercialisés) pour couvrir les coûts additionnels de la certification.
- Pour une mise sur le marché réussie, les agriculteurs auront peut-être besoin de s'associer pour augmenter la production et couvrir les coûts de la certification.

Des normes nationales et internationales spécifiques peuvent préciser d'autres exigences pour la production et la manutention du manioc après la récolte. Les agriculteurs doivent consulter le mouvement biologique national ou l'organisme de certification biologique de la région ou du pays.

Pomme de terre/patate douce

D'un point de vue botanique, la partie souterraine de la patate douce (*Ipomoea batatas L.*) est classée comme une racine tubéreuse et non pas comme un tubercule, ce qui est le cas de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*).

Sélection d'une zone de plantation et semis

Les patates douces peuvent être cultivées sur le même terrain qu'une fois tous les trois ans. Les agriculteurs doivent éviter les champs qui ont eu des problèmes de gestion des herbes pérennes. Les patates douces poussent mieux dans un sol de terre légère, profonde, meuble (sablonneuse) et très fertile. La multiplication est assurée à partir de boutures. Dix à douze boisseaux de patates douces saines sont nécessaires pour produire assez de boutures pour une acre.

Les patates douces sont généralement mises en pot pendant sept semaines avant de rejoindre le champ. Les patates douces sont sensibles au froid. Une irrigation régulière pendant les 40 premiers jours suivants l'ensemencement est importante pour la qualité de développement des racines. Un approvisionnement en eau irrégulier peut entraîner des fissures. Des conditions de sécheresse peuvent réduire les rendements et un excès d'humidité peut abîmer les racines. De plus, le fait d'irriguer pendant cette période clé de 40 jours peut aider les plantes à survivre aux conditions difficiles liées à l'eau, qui pourraient se présenter plus tard.

Gestion des nuisibles

Les insectes nuisibles principaux sont ceux qui se nourrissent de racines tels que le taupin, les larves de puce, et le charançon des patates douces. Les maladies que l'on a constaté sont la pourriture noire, la formation de croûtes, la jaunisse fusarienne, les nématodes cécidogènes et les pourritures après la récolte. Les cultivars résistants, la rotation des cultures, l'assainissement, et la gestion des mauvaises herbes sont des éléments essentiels pour la gestion des nuisibles et des maladies.

Récolte et après récolte

Les patates douces ne doivent pas être récoltées avant d'avoir atteint 300 grammes. Une bonne méthode consiste à tailler les plantes avant la récolte pour ne pas qu'elles gênent le travail, minimisant ainsi le risque d'abîmer les patates. On peut utiliser une charrue à versoir pour sortir les racines de terre sans trop risquer de les abîmer. Les patates douces sont triées directement dans le champ et sont placées dans des cagettes avant d'être stockées.

Après la récolte, les patates douces sont soumises à un processus pour favoriser la cicatrisation des parties abîmées (après qu'on les ait sorties de terre, par exemple). Le pré-stockage protège les racines de nombreuses maladies pendant le stockage et prolonge la durée de conservation après le stockage de la racine. Par ailleurs, le pré-stockage améliore la saveur et la texture de la racine. Le pré-stockage s'effectue idéalement à 30 °C avec une humidité relative de 80 à 90 %. Après le pré-stockage, les patates douces peuvent être stockées pendant 4 à 7 mois dans des conditions appropriées, notamment avec une bonne ventilation. On nettoie les patates douces en les brossant ou en les lavant et parfois même en les cirant avant de les emballer dans des boîtes, des caisses ou des paniers destinés au marché.

Fruits

Mangue

La mangue issue du manguier (*Mangifera indica L.*) est un fruit tropical très important qui se place en seconde position juste derrière la banane. Néanmoins, du fait de sa fragile résistance aux meurtrissures, la mangue ne joue qu'un rôle mineur dans le commerce international. Les Mangues ont été disséminées pendant de nombreuses années et sont aujourd'hui cultivées dans tous les pays chauds en-dessous des tropiques.

Utilisation et composés

Les mangues remplissent de nombreuses fonctions. Les jeunes fruits, dont les téguments n'ont pas encore durcis, sont consommés dans les pays asiatiques comme légumes frais ou comme condiments. Les fruits mûrs se mangent frais partout dans le monde, on peut en faire du jus, de la confiture, des fruits secs ou des sucreries. Les restes des fruits peuvent servir à nourrir les animaux, principalement les cochons. Les jeunes feuilles sont utilisées pour le fourrage des bovins car elles contiennent 8 à 9 % de protéines et un taux élevé de calcium. L'écorce et les feuilles du manguier peuvent également être utilisées comme colorant naturel pour les vêtements. Le bois de manguier est très bien adapté pour fabriquer du charbon.

Stratégies de diversification

En Afrique, les manguiers sont plantés selon le système de cultures mixtes dans les jardins des petites fermes, dans des grandes prairies cultivées ou sur des terrains marginaux, où on peut obtenir des rendements relativement acceptables.

En agriculture biologique, les manguiers doivent être intégrés dans un système de culture mixte. Cela réduit le risque d'infestation par les nuisibles grâce à la présence d'une grande population d'insectes bénéfiques.

Les cultures annuelles, comme le maïs et les haricots, peuvent être plantées au début de la phase de croissance, selon les conditions du site. Si le sol et les conditions climatiques le permettent, des cultures plus gourmandes comme la papaye (une culture avec une saison de végétation de 3 à 5 ans), la banane (20 ans et plus), l'avocat, le mangoustan (*Rheedia ssp.*), le corossol (*Anona muricata*), la noix de coco, le citron, la noix de muscade et bien d'autres, peuvent être plantés avec les manguiers.

Les critères suivants sont à prendre en considération lorsque l'on sélectionne les plantes qui seront cultivées avec les manguiers :

- Ne pas irriguer les plantes des cultures intercalaires pendant une période de deux mois lors de la saison sèche, sinon les manguiers ne formeront pas suffisamment de bourgeons.
- Les cultures du dessous ne doivent pas contenir une trop grande part de légumineuses car l'accumulation d'azote inhibe la croissance du manguier, ce qui limite sa production de fruits.

Récolte et après récolte

Traitement

Il existe des centaines de variétés de mangues que l'on différencie selon les critères suivants :

- Le poids (250 g à 2 kg) ;
- La forme (ovale, en poire ou en forme de haricot) ;
- La couleur de la peau (verte, jaune, orange-jaune, orange-rouge) ;
- Goût (plus ou moins sucrée).

La chair de la mangue est juteuse, de couleur jaune à jaune-orangé et contient une quantité de fibres qui varie en fonction de la variété du fruit. Les fruits contenant beaucoup de fibres ne sont généralement pas consommés frais, ils sont transformés de façon à retirer ces fibres. Les mangues peuvent être consommées de nombreuses façons. Les fruits mûrs sont consommés frais ou transformés en jus, en pulpe, en concentré, en fruits confits, en confitures, en chutneys, en fruits en conserve ou en fruits secs.

Si les mangues sont destinées à la consommation directe, elles doivent être plongées dans un bain d'eau chaude pour retirer toute saleté ou champignon qui se trouveraient sur les peaux. Il est recommandé de les plonger dans un bain d'eau à 55 °C pendant 5 minutes avant de les laisser refroidir doucement. Ensuite, les mangues sont séchées, triées, classées, emballées et stockées avant d'être expédiées.

Récolte

Une culture de manguiers commence à fournir la première quantité de fruits commercialisable 4 à 5 ans après avoir été plantée. À la fin de la période de développement du fruit, la peau sera plus coriace. Le fruit est prêt à être récolté lorsque la couleur de la peau passe du vert au rouge ou du vert au jaune.

Certains agriculteurs attendent que le premier fruit tombe de l'arbre avant de commencer la récolte. Cependant, les fruits ne mûrissent pas tous en même temps, la couleur de la peau doit donc être contrôlée régulièrement. On récolte les fruits en les séparant de l'arbre avec des ciseaux. Un escabeau ou une plate-forme élévatrice seront nécessaires pour les grands arbres. En ce qui concerne les arbres de taille moyenne (jusqu'à 4 m), les fruits peuvent être ramassés individuellement avec une perche. Ne pas mettre trop de fruits dans le même sac afin d'éviter les meurtrissures. Les fruits abîmés ne pourront pas se conserver longtemps et ne pourront pas être vendus frais. Tout fruit abîmé au cours de la récolte doit être séparé des autres afin d'éviter une infection par la prolifération de champignons.

Après la récolte

Généralement, les mangues ne nécessitent pas de manutention particulière après la récolte. Pour des raisons de sécurité, le traitement à l'eau chaude est vivement recommandé et s'avère absolument nécessaire dans les cas d'infection d'antracnose.

Les fruits sont emballés dans des caisses robustes. Ils sont triés à la main car les machines de tri sont chères et compliquées. Les mangues destinées à l'exportation vers l'Europe doivent avoir un poids compris entre 270 g et 335 g. Les mangues sont généralement emballées dans de la fibre de bois non traitée, sans substance toxique, pour ne pas que les fruits soient trop proches les uns des autres.

Les caisses doivent également être bien ventilées. Les cartons de 5 kg de fruits sont devenus la norme pour exporter vers l'Europe car cette taille peut être facilement manipulée par les détaillants.

Conditionnement et stockage

Conditionnement

Les réglementations qui s'appliquent à l'étiquetage des cartons est disponible dans le document NORME CEE-ONU FFV-45 Mangues.

Stockage

- Les mangues qui ne sont pas à pleine maturité et qui doivent être expédiées par transport maritime sont stockées à une humidité relative de 90 % et à une température qui ne doit pas être inférieure à 12 °C.
- Les mangues à pleine maturité qui doivent être expédiées par transport maritime ont stockées à une humidité relative de 90 % et à une température de 10 °C.

Caractéristiques du produit et normes de qualité

La NORME CEE-ONU FFV-45 définit les normes de qualité pour le commerce des mangues fraîches. Elles ne doivent pas forcément être respectées au pied de la lettre, elles servent plutôt de recommandations. Les mangues destinées à l'exportation ne sont pas concernées.

Différentes valeurs minimales et maximales peuvent être établies entre les importateurs et les exportateurs si cela ne va pas à l'encontre des réglementations officielles.

Voici un extrait de la « NORME CEE-ONU FFV-45-Mangues »

(I) Définition du produit

La présente norme vise les mangues des variétés (cultivars) issues du *Mangifera indica* L., destinées à être livrées à l'état frais au consommateur.

(II) Dispositions concernant la qualité

a. Caractéristiques minimales

Les mangues doivent être :

- D'aspect frais et sain ;
- Propres, pratiquement exemptes de toute matière étrangère visible ;
- Pratiquement exemptes de parasites ;
- Exemptes d'attaques de parasites qui altèrent la chair ;
- Exemptes de meurtrissures et de dommages causés par le froid ;
- Exemptes d'odeur et/ou de saveurs étrangères ;
- Bien développées et mûres.

b. Classifications

Les mangues font l'objet d'une classification en trois catégories définies ci-après :

- Catégorie « Extra ». Les mangues classées dans cette catégorie doivent être de qualité supérieure. Elles doivent présenter les caractéristiques de la variété. Elles ne doivent pas présenter de défauts, à l'exception de très légères altérations superficielles à condition que celles-ci ne portent pas atteinte à l'aspect général du produit, à sa qualité, à sa conservation et à sa présentation dans l'emballage.
- Catégorie 1. Les mangues classées dans cette catégorie doivent être de bonne qualité. Elles doivent présenter les caractéristiques de la variété. Elles peuvent toutefois présenter les légers défauts suivants, à condition que ceux-ci ne portent pas atteinte à l'aspect général du produit, à sa qualité, à sa conservation et à sa présentation dans l'emballage :
 - Un léger défaut de forme
 - De légers défaut de l'épiderme tels que frottement ou autres n'excédant pas 3, 4, 5, ou 6 cm² pour les groupes correspondant respectivement aux calibres A, B, C.
- Classe 2. Cette catégorie comprend les mangues qui ne peuvent être classées dans les catégories supérieures mais correspondent aux caractéristiques minimales ci-dessus définies. Elles peuvent présenter les défauts suivants, à condition de garder leurs caractéristiques essentielles de qualité, de conservation et de présentation :
 - Des défauts de forme,
 - S De légers défaut de l'épiderme tels que frottement ou autres n'excédant pas 5, 6, ou 7 cm² pour les groupes correspondant respectivement aux calibres A, B, C.

(III) Dispositions concernant le calibrage

Le calibre est déterminé par le poids du fruit. Le poids minimal d'une mangue est de 150 g.

<i>Code de calibre</i>	<i>Poids</i>	<i>Écart maximal admis dans le même colis</i>
A	200 – 350 g	75 g
B	351 – 550 g	100 g
C	551 – 800 g	125 g

(IV) Disposition concernant la présentation

a. Homogénéité

- Le contenu de chaque emballage doit être homogène et ne comporter que des mangues de même origine, variété, qualité et calibre.
- La partie apparente du contenu de l'emballage doit être représentative de l'ensemble.

b. Conditionnement

- Les mangues doivent être conditionnées de façon à assurer une protection convenable du produit.
- Les matériaux utilisés à l'intérieur de l'emballage doivent être propres et de nature à ne pas causer aux produits d'altérations externes ou internes. L'emploi de matériaux, et notamment de papiers ou timbres comportant des indications commerciales, est autorisé, sous réserve que l'impression ou l'étiquetage soit réalisé à l'aide d'une encre ou d'une colle non toxique.
- Les emballages doivent être exempts de tout corps étranger

(V) Dispositions concernant le marquage

Chaque emballage doit porter, en caractères groupés sur un même côté, lisibles, indélébiles et visibles de l'extérieur, les indications ci-après :

a. Identification

- Nom est adresse de l'expéditeur et de l'emballeur.

b. Nature du produit

- « Mangues » si le contenu n'est pas visible de l'extérieur.
- Nom de la variété.

c. Origine du produit

- Pays d'origine et, éventuellement, zone de production ou appellation nationale, régionale ou locale.

d. Caractéristiques commerciales

- Catégorie.
- Calibre (exprimé par le poids minimal et maximal).
- Code du calibre (facultatif).
- Nombre de fruits.

Pastèque

Pastèque (*Citrullus lanatis*).

Variétés appropriées à la production biologique

Les meilleures variétés présentes sur le marché ont une peau résistante pour un meilleur transport, un mésocarpe mince (partie blanche entre la peau et la chair du fruit) et une chair sucrée et juteuse. Des variétés sans pépins existent également mais impliquent des coûts plus élevés pour les semences (et il faut signaler au consommateur que le fruit n'est pas totalement sans pépins). En général, le choix de la meilleure variété dépend de différents facteurs tels que les conditions du site, les disponibilités locales, la demande du marché et les résistances (certaines variétés de pastèques résistent au furasium, à l'antracnose, etc.).

Multiplication et gestion de la pépinière

Un semencement direct est possible mais il n'est pas recommandé lorsqu'il s'agit de variétés sans pépins ou que les conditions du site ne sont pas idéales. Dans ces conditions, cette méthode augmenterait le temps de germination et retarderait le développement de la plante. Les cultures de pastèques ont besoin d'espace, c'est pourquoi les pratiques suivantes sont recommandées :

- Planter les semences à une profondeur de 3 cm sous des mottes de terre espacées de 2 m.
- Laisser 2 à 3 m entre les rangées.
- Une fois que les semis sont établis, planter un plant tous les 60 à 90 cm dans les rangées, sans dépasser trois plants par motte.
- Pour remplacer les plants défectueux, il vaut mieux préparer les semis en intérieur. Préparer les semences trois semaines avant de les intégrer au champ. Planter les semences dans des boulettes de terre, dans des pots ou dans des boîtes alvéolées, le mieux étant de planter un ou deux plants par pots.

Pour les variétés sans pépins plus coûteuses, planter une graine par pot ou par boîte alvéolée et jeter celles qui ne germent pas. Ne commencez pas trop tôt. Les graines des grandes pastèques ne prennent pas bien. Si l'on cultive des pastèques sans pépin, il faut planter des variétés standard avec pépins à côté. Les variétés de pastèque sans pépin n'ont pas le pollen fertile nécessaire à la pollinisation et à la production d'un fruit.

Récolte et après récolte

Manipulation

La récolte débute en général 30 jours après la floraison et se poursuit pendant plusieurs semaines avec 3 à 4 coupes tous les 3 ou 5 jours. Il est difficile de déterminer à quel moment la pastèque est mûre car le fruit reste attaché à la plante plutôt que de s'en séparer. La chair d'une pastèque type à chair rouge passe du rose prématuré au rouge mûr avant d'être blette,

sur une période de récolte de 10 à 14 jours. Les fruits trop mûrs ont une texture ramollie, pleine d'eau et peu sucrée. La pastèque *golden midget* devient jaune lorsqu'elle est mûre et la pastèque *sugar baby* devient verte foncée et perd ses rayures. Cependant, la plupart du temps, le seul indice de maturité se remarque grâce aux vrilles sèches des feuilles les plus proches du fruit.

Les autres indicateurs de maturité peuvent être un changement de couleur au niveau du sol, de blanc-verdâtre à jaune pâle. La peau devient difficile à percer avec l'ongle et l'extrémité apicale se remplit. Lorsque le fruit est mûr, un « bourgeonnement » ou un revêtement poudreux donne au fruit une apparence terne et une texture rugueuse. Bien que des chercheurs soient en train d'expérimenter diverses jauges inoffensives pour mesurer les sucres solubles du fruit, la méthode communément employée pour déterminer la période de récolte des pastèques consiste à couper et à ouvrir plusieurs fruits représentatifs dans le champ.

Si les fruits ont reçu une grande quantité d'eau, les pastèques risquent de se fendre, en particulier si on les récolte le matin lorsqu'elles sont pleines d'eau (turgescences). Ce risque peut être réduit en récoltant l'après-midi et en coupant les tiges plutôt qu'en tirant le fruit. Empiler les fruits en les couchant sur le côté plutôt que sur leur extrémité contribue également à réduire ce risque.

Une fois coupées, les pastèques doivent être mises à l'ombre pour minimiser l'accumulation de la chaleur car une exposition directe aux rayons du soleil, après la récolte (surtout au niveau du sol), affecte la qualité des pastèques. Si les plantes ne sont pas trop turgescences, la chaleur du champ peut être également minimisée en récoltant le matin. Les pastèques doivent être sèches plutôt que couvertes de rosée lors du chargement. Elles doivent être chargées en vrac dans des camions rembourrés de paille ou placées dans des bacs en carton ondulés à parois multiples contenant 60 à 80 pastèques pour un poids total de 500 à 550 kg lorsque ces derniers sont pleins (ce qui correspond à des pastèques de poids moyen de 7,5 kg). La température de transit doit se situer entre 7 et 10 °C. Les pastèques sont stockées à une température plus élevée et à un taux d'humidité plus faible que le melon (10 à 13 °C, 90 % d'humidité relative). Un stockage en dessous de 10 °C sur une période prolongée peut entraîner des dommages causés par le froid. Une semaine à 0 °C entraîne l'apparition de picots, une perte de couleur et de saveur. Entre 10 et 13 °C, elles peuvent être conservées pendant 2 à 3 semaines après la récolte. Cependant, même dans ces conditions, la couleur rouge se désagrège peu à peu.

Bien que les pastèques ne mûrissent pas une fois coupées, leur saveur et leur couleur s'améliorent sur une période de 7 jours lorsqu'elles sont placées à température ambiante.

Légumineuses

Niébé

Le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) est l'une des plus anciennes sources alimentaires de l'Homme.

Variétés et cultivars

Les cultivars de niébé poussent sur le modèle de la vigne, cependant, les semences modernes poussent verticalement, en buisson. Le type vigne est plus approprié pour le fourrage et pour les cultures de couverture alors que le type buisson est plus approprié pour la combinaison directe. La grande variabilité des espèces a entraîné le regroupement des cultivars commercialisés selon la forme, la taille et la couleur des haricots obtenus.

- Haricot à œil noir/haricot à œil rose et haricot à cosse violette. Les graines sont blanches avec un œil noir autour de l'hile. L'œil peut avoir une couleur différente : rose, violet ou dégradé de rouge principalement. Lorsqu'il sèche, la couleur de l'œil s'assombrit jusqu'au violet foncé. Les gousses des haricots type cosse violette sont violettes. Les graines, réniforme ou allongée, sont bien espacées dans les gousses.
- Haricot à œil brun. Les couleurs de ces gousses longues vont de vert à lavande. Les graines cuisinées avant leur maturité sont de couleur marron ou à œil marron, très tendres, avec une saveur délicate.
- Haricot à graines serrées. Les graines sont noires, mouchetées, marron ou à œil marron. Elles sont très resserrées dans les gousses et ont une forme arrondie.
- Haricot à graine de couleur crème. Les graines sont de couleur crème et sont espacées dans les gousses. Il s'agit d'un intermédiaire entre les doliques à œil noir et les haricots nains.
- Haricot blanc panaché. Les graines sont réniformes, aux extrémités émoussées, de couleur généralement teintée. Les gousses sont rigides et contiennent des petites graines.

Autres pratiques culturales

Des inoculants doivent être ajoutés aux semences de niébé. Les inoculants sont disponibles sur le marché en formule liquide ou en poudre pour l'inoculation des semences ou en granulés pour l'inoculation du sol. Les formules en poudre et en granules peuvent être constituées d'argile et de tourbe. Les inoculants de rhizobium sont sensibles à certains fongicides et engrais. Les inoculants pour semences doivent être appliqués juste avant que les graines soient plantées. Une grande partie de la population de bactéries rhizobium introduites devrait survivre dans un sol pauvre pendant deux à trois semaines pour former des nodules sur les racines des semis de légumineuses. Dans les régions arides, les inoculants granulés sont plus appropriés car ils sont plus fiables lorsque les lits de semences sont secs.

Récolte

Les variétés de niébé n'ont pas toutes les mêmes modes de croissance. Les variétés dressées ou légèrement inclinées, avec une période de croissance courte (<100 jours), sont principalement cultivées pour leurs graines. Les variétés légèrement inclinées et les variétés grimpantes durent plus longtemps (>120 jours) et sont principalement cultivées pour le fourrage. À maturité, les feuilles sèchent mais ne se détachent pas complètement. Le niébé doit être récolté lorsque le taux d'humidité contenu dans les graines atteint 14 à 18 %, selon la demande du consommateur. Lorsque le niébé est cultivé en tant que légume, on commence à cueillir les feuilles 4 semaines après l'ensemencement et on continue jusqu'à la floraison.

Méthode de récolte

Le niébé peut être récolté à la main ou avec une moissonneuse. Les cultivars qui poussent verticalement sont plus appropriés aux récoltes mécanisées. Les variétés de niébé cultivées en tant que légume sec peuvent être directement combinées au moyen d'une barre de coupe pour moissonneuse batteuse ou d'un cueilleur multi-rang. Les ajustements pour combiner les réglages et la taille des tamis doivent être appropriés à la récolte du niébé. Étant donné que les gousses sont relativement longues, certaines d'entre elles touchent le sol ou s'en rapprochent, il est donc important de bien passer près du sol. Dans le cas du niébé cultivé en tant que légume, les jeunes feuilles sont ramassées principalement à la main et les feuilles plus anciennes sont recouvertes de poussière ou sont éclaboussées de boue par la pluie lorsqu'elles ne sont pas cueillies. Pour la plupart des cas, la récolte du niébé s'effectue au début de la saison sèche lorsque les gousses sèches peuvent attendre la récolte pendant une semaine sans être mouillées. Cependant, afin d'éviter que le champ ne s'altère, les gousses sèches ne doivent pas être laissées dans le champ plus de deux semaines une fois qu'elles ont atteint la maturité. La récolte peut être manuelle (récolte à la main) ou mécanisée avec une moissonneuse pour les productions à grande échelles.

Après récolte

Tri

La qualité des graines est importante. Accorder un soin particulier pendant et après la récolte peut éviter que les graines ne se fissent ou éclatent puisque qu'elles sont mises à sécher sur pied pour atteindre une pleine maturité avant la récolte. Un tri est réalisé pour séparer les graines cassées des graines entières.

Manutention après la récolte

Les feuilles sont séchées puis stockées pour la saison sèche. Elles sont généralement cuites à la vapeur mais pas dans toutes les régions. Le séchage au soleil se déroule sur une période de 1 à 3 jours et leur durée de stockage peut s'étendre jusqu'à un an car les feuilles sèches et cuites ne sont pas autant abîmées par les insectes que les feuilles sèches. Des pertes excessives en p-carotène, en vitamine C et en acides aminés, comme la lysine, se produisent souvent lorsque les feuilles sont mises à sécher au soleil. Toutefois, ces pertes peuvent être réduites avec une cuisson minimum et un séchage à l'ombre.

Classification

Les jeunes feuilles ou les pousses les plus tendres sont regroupées selon leur couleur verte distinctive pendant la phase de croissance. Les jeunes feuilles sont tendres, généralement riches en protéines et puisqu'elles n'ont pas été soumises à l'attaque des insectes, elles ont un aspect plus attrayant. Les feuilles les plus anciennes accumulent de la poussière et sont éclaboussées par la boue contenue dans les gouttes de pluie alors que les jeunes feuilles n'ont presque pas besoin d'être lavées.

Conditionnement

Certains acheteurs veulent des graines propres et en sachet alors que d'autres les préfèrent vrac et les nettoient eux-mêmes. Lorsque les graines ont été séchées au soleil, les mettre dans des sacs et les stocker dans des séchoirs électriques ou les étaler sur une dalle en béton pour réduire leur taux d'humidité à environ 12 %.

Stockage

Les insectes nuisibles peuvent dévaster le niébé lors du stockage. Il existe des insectes qui endommagent les graines stockées, il est donc important de stocker les graines dans un endroit protégé. La bruche du niébé *Callosobruchus maculatus*, (*Coleoptera: bruchidae*) est un nuisible non négligeable. L'engouement grandissant pour les lignes de production biologique a fait naître un intérêt pour les traitements de désinfection non chimiques car l'utilisation de produits chimiques pour la gestion de ces insectes est devenue problématique.

La durée de conservation du niébé dépend de son taux d'humidité avant le stockage. Plus ce taux d'humidité est faible, plus la qualité des graines sera bonne pendant le stockage. Les graines peuvent être stockées à court terme à un taux d'humidité de 12 % ou moins, et à long terme avec un taux d'humidité de 8 à 9 %. Les feuilles de niébé sont séchées puis stockées pour la saison sèche. La durée de stockage des feuilles séchées peut s'étendre jusqu'à un an car les feuilles sèches et cuites ne sont pas autant abîmées par les insectes que les feuilles sèches.

Arachide

L'arachide (*Arachis hypogaea* L.) est une plante annuelle herbacée qui pousse à une hauteur de 20-60 cm. Selon les espèces, la plante se développe verticalement ou horizontalement avec des pousses sur le côté qui peuvent occuper une largeur de 30 à 80 cm. La tige principale pousse en général à la verticale. Les racines principales s'enfoncent dans le sol à une profondeur de 90 à 120 cm, formant ainsi des branches dans les couches supérieures du sol qui sont habitées par des rhizobias et des mycorhizes.

Conditions du sol

Les arachides se développent mieux dans un sol à pH faiblement acide (6,0-6,5). Un pH de 5,5-7,0 est encore acceptable et certaines variétés locales peuvent s'adapter à un pH allant jusqu'à 7,8. Les arachides sont sensibles aux sols ayant de fortes teneurs en sel (max. 4mS/cm).

Systèmes de culture et possibilité de diversification

Rotation des cultures

Les arachides doivent être cultivées selon un système de rotation de cultures se tenant au moins sur trois ans. Dans le cas contraire, les maladies du sol s'accumulent et l'humus se désagrège du fait de l'ameublissement du sol pendant la récolte.

Néanmoins, les arachides enrichissent le sol pour les cultures qui n'appartiennent pas aux légumineuses et agissent comme une excellente culture de préparation avant l'ensemencement de céréales. La culture précédente ne doit pas laisser trop d'herbe et doit être récoltée tôt pour avoir le temps de travailler le sol et permettre un ensemencement précoce. Il faut laisser assez de temps aux cultures précédentes pour qu'elles produisent des graines. Les cultures compatibles avec les arachides sont les céréales tels que le sorgho, l'orge perlé, le maïs et le riz, mais également le sésame, le safran, le coton, la patate douce et les légumes secs comme l'haricot mungo (*Vigna mungo*) ou le niébé (*Vigna unguiculata*).

Cultures mixtes

Planter des arachides dans un système de cultures mixtes est une pratique très répandue chez les petits agriculteurs. Quelques avantages :

- Une production totale plus importante sur une même surface (malgré les pertes causées par l'ombre des autres cultures qui n'existe pas dans le cas de la monoculture) ;
- Réduction de la transpiration, en particulier pour les cultures en bandes ;
- Une plus grande diversité de régimes alimentaires ;
- Régulation de l'érosion et des mauvaises herbes ;
- Réduction du risque d'infestation par les nuisibles.

Du fait de leur tolérance à l'ombre, les arachides sont particulièrement adaptées aux cultures mixtes avec des plantes plus hautes comme l'orge perlé, le sorgho, le maïs, le coton, l'hibiscus (*Hibiscus sabdariffa*), le manioc, le tournesol, la banane, le pois cajan. (*Cajanus cajan*), *Gliricidia sepium*, le ricin (*Ricinus communis*), le sucre de canne ou avec des cultures permanentes comme le cocotier, le palmier à huile, le caoutchouc et le cacaoyer.

Lorsque la saison de croissance des arachides est similaire, en termes de durée, à d'autres cultures, ces dernières auront un rendement plus important (contrairement au système de monoculture de l'arachide et de l'orge). Des hausses de rendement encore plus importantes ont été observées avec d'autres cultures comme le coton, dont la saison de croissance s'étend jusqu'à trois mois de plus. Réussir avec un système de cultures mixtes ou avec un système d'agroforesterie dépend presque entièrement de la sélection appropriée des cultures pour un site donné, de la manière dont la combinaison des cultures est définie et du placement approprié des arachides dans l'ordre chronologique des cultures de différentes espèces. Par exemple, les cultures d'un système d'agroforesterie doivent toujours démarrer en début de cycle (il est possible d'ensemencer pendant les trois premières années selon les autres espèces cultivées) puisque les caractéristiques naturelles de l'arachide l'empêchent d'être cultivée autrement.

Maladies

Méthodes les plus efficaces pour éviter les maladies :

- Rotation des cultures ;
- Choisir la variété appropriée ;
- Un approvisionnement suffisant en nutriments ;
- Déraciner les plantes infectées pour stopper la propagation des maladies ;
- Détruire toute plante infectée après la récolte.

Manutention pendant et après la récolte

Période de récolte

Étant donné que les feuilles restent vertes lorsque les gousses sont mûres, un arrachage occasionnel doit être effectué pour fixer la meilleure date possible pour la récolte. Les variétés en buisson arrivent à maturité 110 à 130 jours après avoir été plantées, à la différence des variétés à ramifications, qui y parviennent seulement 130 à 150 jours après la plantation. Les graines individuelles sont mûres lorsque :

- La structure des gousses est facilement reconnaissable ;
- Elles sont bien remplies par les graines ;
- Les parois internes des gousses deviennent plus foncées (marron). Les téguments revêtent alors la couleur propre à leur variété.

Commencer la récolte dès que 60 à 70 % des gousses sont mûres car tout délai supplémentaire entraînera des pertes. La période optimale de récolte est très courte. Si cette période n'est pas respectée et que la récolte commence 5-10 jours avant ou après, 25 à

50 % de la production sera perdue. Si l'on effectue une récolte trop tardive, les piquets se brisent car ils deviennent trop friables, surtout lorsque le sol est dur et sec.

Méthodes de récolte

Les gousses fraîchement ramassées contiennent encore 30-35 % d'humidité et doivent donc être mises à sécher pour que leur teneur en humidité se réduise à 20-25 % et qu'elles puissent être séparées facilement des plantes. La meilleure méthode est de les disposer en andains pour un pré-séchage allant de 2 à 3 jours. Une fois que les racines principales ont été coupées, les plantes sont empilées sur leurs feuilles avec les gousses tournées vers le sol.

Les avantages :

- Séchage rapide ;
- Pas de contact avec le sol ;
- Réduction des attaques d'insectes et du risque d'infection par les aspergillus.

Plus les gousses sont séchées rapidement après qu'elles aient été déracinées, moins elles sont soumises à la création d'aflatoxines. Néanmoins, il ne faut pas les sécher trop vite car cela pourrait affaiblir les téguments qui empêchent les graines de pourrir.

La récolte manuelle se pratique encore dans de nombreux pays car elle est plus rentable. En effet, les gousses restent moins sur le sol et sont moins susceptibles d'être abîmées. Un labour en billon sur un sol dur peut faciliter la récolte. Les plantes peuvent être ramassées à la main avec une houe. Pour faciliter le travail, il est possible de couper toutes les rangées avec des lames spécifiques aux plantes (actionnées soit par un tracteur, soit par des animaux). Dans le cas des sols légers, il est possible d'utiliser des moissonneuses similaires à celles utilisées pour les pommes de terre. Dans le cas des sols à texture fine, il faut utiliser une machine spécifique au déracinement des arachides. Une récolte entièrement mécanisée se déroule généralement en deux étapes en faisant tout d'abord sécher les plantes en andains pour réduire le temps de séchage nécessaire lors du processus de séchage artificiel. La première machine déracine les plantes, les sort du sol et les retourne pour les étendre sur le sol, tout comme lors de la récolte manuelle. Lors de la seconde étape, une batteuse récolte les andains pré-séchés.

Traitement après la récolte

Faire du foin

Le feuillage des plantes d'arachide offre un fourrage de très bonne qualité, riche en protéines, possédant les mêmes valeurs nutritionnelles que la luzerne et qui doit donc être récolté. Il peut être coupé juste avant le processus de déracinement pour être ensuite séché et faire du foin. La méthode la plus sûre pour faire sécher les plantes après la récolte consiste à faire sécher les feuilles sur des râteliers à fourrage ou sur des poteaux verticaux après les avoir laissées sécher en andains. Si l'on procède autrement, les parties les plus précieuses des plantes seront perdues.

Battage

Une fois que les gousses dans le champ sont sèches, elles sont séparées des plantes. On obtient de meilleurs résultats une fois que la teneur en humidité se situe entre 20 et 25 % car on peut alors facilement séparer les gousses des plantes. Si cette teneur est plus faible, les gousses et les graines auront alors plus de chance de s'abîmer. Il vaut mieux les séparer à la main. Parfois, les gousses sont doucement battues avec un bâton ou passées dans des batteuses ou dans des moissonneuses batteuse.

Séchage

Directement après avoir été battues, les gousses sont séchées, soit de manière artificielle, soit par le soleil, jusqu'à ce que leur teneur en humidité atteigne 6 ou 7 %. Tout délai doit être proscrit pour éviter le développement des *aspergillus flavus*. À une humidité relative de 9 %, la production d'aflatoxines est retardée mais la protection contre les nuisibles du stockage, dont les activités produisent des aflatoxines, n'est assurées qu'en dessous de 7 %. C'est pourquoi, une teneur en humidité de 6-7 % est nécessaire. Des problèmes surviennent souvent lorsque les récoltes sont menées par temps humide et que les produits ne sont pas séchés correctement ensuite. C'est seulement en dessous de 6 % que les graines risquent de s'abîmer (elles cassent pendant le décortiquage).

En cas d'ensoleillement trop fort ou de chaleur extrême, il est conseillé de pratiquer le séchage sous un toit. La perte de poids lors du séchage se compense par une meilleure qualité et une réduction des risques. Dans les régions où le taux d'ensoleillement est insuffisant pour sécher les graines après les récoltes, le produit doit être sécher artificiellement pour réduire toutes pertes et tous risques de toxicité après la récolte (séchoirs mobiles).

Tri

Étant donné qu'en général seule une petite partie des graines se retrouvent infectées par les aflatoxines, le tri est une mesure préventive importante et efficace après la récolte. Les gousses et les graines sévèrement infectées sont soit décolorées, soit atrophiées. Elles peuvent être triées à la main ou de façon mécanique. Le tri par reconnaissance des couleurs électronique permet d'enlever presque toutes les mauvaises graines et celles qui ont été infectées par les aflatoxines.

Stockage

Les facteurs principaux qu'il faut observer pour le stockage des arachides sont une faible teneur en humidité dans les graines (voir *Séchage*) et une température ambiante basse. Un taux d'humidité élevé dans les graines et/ou dans l'air ambiant, associé avec des températures élevées sont les facteurs principaux responsables de la production d'aflatoxines. Méthodes de prévention :

- Assurer une bonne circulation de l'air ;
- Réguler l'humidité de l'air ;
- Assurer un refroidissement efficace ;
- Enlever les gousses abîmées et décolorées avant le stockage.

Les arachides stockées en graines sont plus faciles à entreposer que les arachides stockées en coques car les téguments protecteurs restent intacts. Si les arachides ne sont pas destinées à être vendues en coques, elles doivent être décortiquées juste avant d'être vendues.

Les nuisibles du stockage : La plupart des nuisibles du stockage atteignent les graines grâce à une gousse ou un tégument brisé, ce qui veut dire qu'un tri consciencieux constitue une bonne protection. L'exception à la règle est l'attagène, un des rares nuisibles du stockage qui creuse les gousses. Certaines variétés d'arachide sont devenues résistantes contre les nuisibles du stockage en sécrétant des substances protectrices dans les gousses et les téguments. La poudre d'argile combat les *Corcyra cephalonica*. La plupart des nuisibles du stockage cessent leurs activités lorsque le taux d'humidité des graines descend en dessous de 7 % et que le taux d'humidité de l'air est inférieur à 20 %.

Le problème des aflatoxines

Les arachides sont extrêmement sensibles aux infections des champignons *Aspergillus flavus*. L'aflatoxine est un poison produit par un champignon des espèces *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus*, qui sont très répandus dans les sols tropicaux et subtropicaux. Toutes les mesures concernant les cultures doivent être correctement planifiées en prenant cet aspect en considération. Les aflatoxines contenues dans la nourriture peuvent affecter la santé des hommes et des animaux. Les pays importateurs ont établi une tolérance zéro en ce qui concerne la présence des aflatoxines dans les produits alimentaires afin de protéger les consommateurs.

En ce qui concerne les pays producteurs, les risques dus au poison sont difficiles à identifier car la majeure partie des récoltes d'arachides est consommée ou vendue sur les marchés locaux. De ce fait, il n'y a également aucun effet de « dilution » provoqué par les grandes quantités, ce qui veut dire que les hommes comme les animaux peuvent être exposés à de fortes doses d'aflatoxines. Par ailleurs, la malnutrition entraîne l'affaiblissement du système immunitaire. En respectant les mesures préventives mentionnées, ces problèmes économiques ou sanitaires liés aux aflatoxines ne devraient même pas se présenter.

Infection avant la récolte

Le champignon pénètre les gousses pendant la période de croissance lorsqu'elles sont encore dans le sol. Cela se déroule de deux façons :

A) Infection imperceptible des gousses et des graines

Les gousses qui ont été abîmées par les machines ou qui ont été attaquées sont rapidement infectées par le champignon qui se nourrit principalement des tissus morts ou affaiblis. Un sol chaud et sec favorise les attaques de termites, qui sont les vecteurs des spores de champignon. Des périodes alternées de pluie et de sécheresse font éclater les gousses et entraînent une forte production d'aflatoxine dans les graines.

B) Infections imperceptibles des gousses

De nombreuses gousses sont affectées une fois que les piquets se retrouvent couchés sur le sol. Pourtant, lorsque les plantes bénéficient de bonnes conditions de croissance, les champignons restent inactifs et les aflatoxines ne sont pas produites en grande quantité. Cela s'explique par le fait que les arachides possèdent un mécanisme de défense naturel. Lorsque les plantes sont en phase de croissance, elles produisent des substances immunitaires (phytoalexine) qui produisent un effet anti-microbe et destructeur de champignon (arachidine). Toutes les mesures qui concernent les cultures et qui encouragent une croissance naturelle et saine supportent ce mécanisme de protection.

La production de phytoalexines baisse lorsque la plante arrive à maturité ou lorsque l'eau manque, et elle s'arrête complètement en cas de sécheresse prolongée. Le champignon *A. flavus*, quant à lui, est toujours capable de se développer et de produire des aflatoxines dans des conditions très sèches, avant qu'il ne finisse par arrêter ses activités. Il prolifère à une température moyenne de 26-30 °C, à 5 cm en dessous du sol. Lors des périodes sèches, la plante des arachides replie ses feuilles sur elle-même, ce qui veut dire que le sol bénéficie encore moins d'ombre et que la température du sol augmente soudainement. Lorsqu'il fait chaud et sec, l'*A. flavus* prolifère très rapidement, en partie à cause de la disparition de ses ennemis et parce qu'il se reproduit mieux dans des conditions humides et chaudes.

Une irrigation suffisante est une manière efficace pour empêcher la production d'aflatoxines (en particulier lors des 4 à 6 dernières semaines de la saison de croissance), même lorsque la température du sol est idéale pour l'*A. flavus* et lorsque 50 % des gousses ont été infectées.

Production d'aflatoxines après la récolte

Lorsque le champignon est présent, il peut produire des aflatoxines lors des processus de séchage, de transport et de stockage. L'humidité et la température en sont les deux facteurs déterminants. Même les produits transformés comme la farine d'arachide, cours un risque. Bien que des méthodes de détoxification existent, la meilleure approche reste encore et toujours la prévention.

Exigences de qualité

Ces exigences de qualité concernant les arachides, avec valeurs minimales et maximales, sont généralement dictées par les autorités ou les importateurs. Cependant, des accords peuvent être passés entre les producteurs individuels et les importateurs sur diverses valeurs, du moment qu'elles restent conformes aux exigences officielles.

Exigences de qualité	Valeurs minimales et maximales
Apparence	Specific according to Quality grade
Goût et odeur	Spécifique à la variété, frais, sans moisi
Pureté	Sans substances externes (sable, pierres, restes de coques, insectes, etc.)
Eau	Max. 5,0 %
Taux de peroxydes	Max. 1,0 milliéquivalent par kg de corps gras
Acides gras libres	Max. 0,5 %
Résidus	
Pesticide	Non mesurable
Bromure et oxyde d'éthylène	Non mesurable
Métaux lourds	
Plomb (Pb)	Max. 0,50 mg/kg
Cadmium (Cd)	Max. 0,10 mg/kg
Mercuré (Hg)	Max. 0,03 mg/kg
Micro-organismes	
Organismes totaux	Max. 10 000/g
Levures et moisissures	Max. 500/g
Entérobactériacées	Max. 10/g
Coliforme	Max. 10/g
Escherichia coli	Non mesurable
Staphylococcus aureus	Max. 100/g
Salmonelle	Non mesurable dans 25 g
Mycotoxines	
Aflatoxine B1	Max. 2 Zg/kg
Σ Aflatoxines B1, B2, G1, G2	Max. 4 Zg/kg

Fruits à coque

Noix de cajou

L'anacardier (*Anacardium occidentale*) est originaire d'Amérique Centrale et d'Amérique du Sud. La noix de cajou est constituée de 35-45 % de graine et de 55-65 % de coquille. La coquille contient 15-30 % d'huile. Une tonne de noix contient 200 kg de graines et 180 kg d'huile. L'huile de noix de cajou ou baume de cajou (CNSL) est utilisé dans l'industrie de l'huile. Les noix de cajou sont séchées avant d'être vendues. Les pommes de cajou sont vendues fraîches directement après la récolte et peuvent être utilisées comme ingrédient culinaire pour la confection de boissons (jus, vin), de confitures ou de vinaigres. En Inde, le caoutchouc est parfois récolté à partir du tronc et utilisé à la place de la gomme arabique.

Stratégie de diversification

Étant donné la grande variété de sites écologiques pour les anacardiens, des recommandations générales pour la diversification sont disponibles. On peut développer une multitude de combinaisons possibles pour chaque site, en prenant en considération les arbres locaux et les espèces d'arbustes pour les systèmes d'agroforesterie.

Les cultures d'hibiscus, d'arachides, de riz sec, de sésame, d'haricot, de soja et de certaines autres cultures de légumes peuvent également être plantées. Le ricin (*Ricinus communis*) est également une possibilité puisque cette plante peut servir d'engrais vert.

L'ananas peut être ajouté aux cultures mentionnées ci-dessus en tant que plante secondaire de sous-étage.

Les manguiers, en tant qu'arbres fruitiers, sont des partenaires appropriés pour les anacardiens. Ils poussent tous deux à la même hauteur et développent le même type de couronne étendue. De ce fait, ils doivent être plantés en respectant une certaine distance entre chaque arbre. Les cultures pouvant être ajoutées au milieu comprennent le corossolier écaillé (*Annona squamosa L.*) et le goyavier (*Psidium guajava L.*) puisqu'ils sont capables de prospérer à l'ombre des anacardiens.

On peut également planter des fruits arables entre les allées, en particulier avec les jardins de jeunes anacardiens. L'intensité, les espèces et la rotation de cultures dépendent des conditions spécifiques du site et de la place qu'occupe chaque culture sur le marché. En Afrique de l'Ouest, on a obtenu de bons résultats en utilisant les arachides et le soja comme culture de sous-étage. Les céréales et le fourrage arable constituent d'autres possibilités. Les cultures de sous-étage doivent être intégrées à la rotation des cultures.

Les palmiers doivent absolument faire partie du système. L'éventail de variétés régionales présentes sur notre planète ne permet pas de faire de recommandations précises sur le sujet. Même lorsque la région n'offre pas de variétés commercialement viables, les palmiers offrent généralement de bons matériaux de construction et de chauffage.

Cultures et entretien

Les jeunes anacardiens doivent être taillés pendant les 3-4 premières années pour permettre aux fruits de se développer latéralement par rapport au pied principal. Ensuite, il n'est plus nécessaire de les tailler. Lorsque des branches atteignent le sol ou que les vieux arbres sont trop déployés, une coupe régénérative doit être effectuée. Les branches mortes doivent être enlevées régulièrement. Afin de faciliter le travail de la récolte, un système de grille pour arbre d'un diamètre de 2-4 m doit être recouvert avec des matériaux ligneux.

Manutention pendant et après la récolte

Récolte

Si l'on souhaite utiliser les pommes de cajou, les fruits mûrs doivent être récoltés deux fois par semaine. On transporte les fruits jusqu'aux ateliers de transformation, où les noix sont séparées du reste du fruit. Si l'on ne souhaite pas utiliser les pommes de cajou, il suffit simplement de ramasser les noix tombées au sol une fois par semaine. La pomme de cajou est séparée des noix et laissée sur place.

Traitement après la récolte

La méthode de transformation utilisée dépend de la quantité de noix récoltée : si l'on a récolté moins de 10 tonnes de noix brutes, il n'y a pas besoin d'équipement spécial pour les cuire et les noix peuvent être décortiquées à la main.

Entre 10 et 50 tonnes, les noix peuvent être transformées avec des outils simples. On peut griller les noix à sec ou les plonger dans un bain de baume de cajou.

Exigences de qualité

Ces exigences de qualité concernant les noix de cajou, avec valeurs minimales et maximales, sont généralement dictées par les autorités ou les importateurs. Cependant, des accords peuvent être passés entre les producteurs individuels et les importateurs sur diverses valeurs, du moment qu'elles restent conformes aux exigences officielles.

Exigences de qualité	Valeurs minimales et maximales
Apparence	Spécifique au niveau de qualité
Goût et odeur	Spécifique à la variété, frais, ni rance, ni rassie
Pureté	Sans substances externes (sable, pierres, restes de coques, insectes, etc.)
Eau	Max. 5,0 %
Taux de peroxydes	Max. 1,0 milliéquivalent par kg de corps gras
Acides gras libres	Max. 0,7 %
Résidus	
Pesticides	Non mesurable
Bromure et oxyde d'éthylène	Non mesurable
Métaux lourds	
Plomb (Pb)	Max. 0.50 mg/kg
Cadmium (Cd)	Max. 0.05 mg/kg
Mercuré (Hg)	Max. 0.03 mg/kg
Micro-organismes	
Organismes totaux	Max. 10.000/g
Levures et moisissures	Max. 500/g
Entérobactériacées	Max. 10/g
Coliforme	Max. 10/g
Escherichia coli	Non mesurable
Staphylococcus aureus	Max. 100/g
Salmonelle	Non mesurable in 25 g
Mycotoxines	
Aflatoxine B1	Max. 2 Vg/kg
Aflatoxines totales B1, B2, G1, G2	Max. 4 Vg/kg

Pour satisfaire les exigences de qualité et pour ne pas contaminer les noix de cajou, la préparation doit avoir lieu dans un endroit propre, hygiénique aux conditions idéales comme :

- Les équipements (tubes, couteaux, *etc.*), les surfaces de travail et de séchage (râteliers, mats, *etc.*) ainsi que les chambres de préparation et de stockage doivent être nettoyés régulièrement.
- Le personnel doit être en bonne santé, avoir la possibilité de se laver ou de se laver les mains (douches, toilettes) et porter des vêtements propres et lavables.
- L'eau utilisée à des fins de nettoyage ne doit pas contenir de matières fécales ou d'autres contaminants.
- Les animaux ou les déjections animales ne doivent pas rentrer en contact avec le produit.

Fibres

Coton

Le coton biologique (*Gossypium herbaceum*) représente moins de 1 % de la production globale de coton. En Afrique, on cultive le coton biologique au Bénin, au Burkina Faso, en Égypte, au Mali, au Mozambique, au Sénégal, en Tanzanie, au Togo, en Ouganda, en Zambie et au Zimbabwe.

Il existe une myriade de bonnes raisons pour cultiver du coton biologique. Les impacts négatifs des cultures de coton conventionnelles sur l'environnement et la santé sont évidents et connus de tous. Étant donné que 60 % du poids du coton récolté est constitué de graines de coton destinées à être transformées en huile alimentaire et en aliment pour le bétail, les agriculteurs se rendent compte qu'une grande partie de la production de coton entre dans la chaîne alimentaire. Les pesticides épandus sur le coton n'affectent non seulement les nuisibles visés, mais également les insectes utiles et les autres animaux. Ainsi, les nuisibles qui occupaient jusqu'alors une place mineure, sont devenus un problème majeur (la mouche blanche et le puceron par exemple).

Commercialisation et certification biologique

Les agriculteurs souhaitant vendre leurs produits en tant que produits biologiques sur les marchés domestique ou extérieur, doivent être certifiés « biologique ». Les agriculteurs doivent suivre scrupuleusement les réglementations nationales ainsi que les normes biologiques du pays dans lequel ils souhaitent vendre leurs produits. Un prix plus élevé n'est possible que lorsqu'une confiance mutuelle est établie entre le producteur et le consommateur. Les agriculteurs biologiques ont également besoin d'être protégés contre la compétition déloyale avec d'autres agriculteurs qui se servent de l'appellation « biologique » de manière frauduleuse.

Les normes biologiques définissent les critères essentiels qui doivent être appliqués.

Normes biologiques pour la culture du coton
Pas d'engrais chimiques tels que l'urée, NPK, DAP, etc.
Pas de pesticides synthétiques (herbicides, insecticides, fongicides) ou de stimulateurs de croissance
Pas d'organismes génétiquement modifiés (OGM) comme les variétés Bt-coton
Rotation des cultures (ne pas replanter du coton après que du coton ait été cultivé dans le même champ lors de la saison agricole précédente) et/ou cultures intercalaires
Éviter les dérives de produits provenant des champs conventionnels, en intégrant des cultures de bordure, par exemple
Tenir un registre et garder tous les documents et pièces justificatives pour les services d'inspection et de certification

Conditions pour la culture du coton
Conditions climatiques
▪ Température élevée (30 °C)
▪ Saison de croissance longue
▪ Fort taux d'ensoleillement
▪ Climat sec
▪ Précipitations minimum : 500mm ou irrigation
Conditions du sol

▪ Sol profond
▪ Sol argileux solides, idéalement, sols noirs à coton (vertisols)
▪ Pas d'engorgement
Développement des cultures
▪ Forte croissance des racines lors des deux premières semaines
▪ Bourgeons naturels (seul 1/3 des fleurs développe des capsules)
▪ Les plantes compensent les dommages avec une croissance améliorée

Gestion de la fertilité du sol

Le coton biologique doit être cultivé en rotation avec d'autres cultures. La rotation aide à améliorer et à maintenir la fertilité du sol et permet d'assurer l'équilibre des nutriments qu'il contient. Si le coton est cultivé en continu dans le même champ, les rendements diminueront.

Selon les conditions climatiques, la situation du marché et la disponibilité des terres, il existe différents schémas de rotation à partir desquels le coton est cultivé en alternance ou une fois tous les trois ans. La sélection d'un schéma de rotation approprié repose sur différents facteurs tels que le sol, l'irrigation, les installations, le prix des cultures, l'accès au marché, ainsi que les compétences et les préférences des agriculteurs.

Dans une exploitation biologique, le coton ne doit pas être cultivé dans le même champ deux années de suite. Si on cultive le coton dans le même champ de façon répétée, les nutriments du sol s'appauvrissent, la population de nuisibles augmente et le risque d'apparition de maladies dans le sol s'accroît. Pendant au moins un an et si possible deux, il vaut mieux faire pousser d'autres cultures entre deux cultures de coton. Si la surface cultivable restreint les agriculteurs à renouveler les cultures, des cultures intercalaires (haricot mungo, niébé, pois chiche à récolter) ou des engrais verts (chanvre ou niébé à couper et à disperser dans le sol avant qu'ils ne fleurissent) doivent être plantés.

On obtient un bon rendement lorsque le coton est cultivé après des légumineuses (soja, pois chiche, pois cajan, arachide, etc.), des cultures horticoles telles que les piments ou les légumes et après le sucre de canne et le blé. On recommande aux agriculteurs biologiques d'intégrer des légumineuses dans la rotation puisqu'elles augmentent la quantité d'azote dans le sol en fixant celui qui se trouve dans l'air.

Pesticides naturels

De nombreux pesticides naturels peuvent être utilisés pour les cultures de coton biologique. Il est d'ailleurs conseillé aux agriculteurs biologiques d'en essayer de nouveaux en permanence. Cependant, peu de recherches scientifiques ont été menées sur l'efficacité de la plupart des formules locales. Les agriculteurs doivent donc mener leurs propres expériences et leurs propres essais pour trouver le meilleur pesticide naturel adapté à leur exploitation. Les pesticides naturels affectent également les insectes utiles et doivent donc être utilisés qu'en cas de nécessité. Certains extraits de plantes sont toxiques pour les humains et les animaux et doivent donc être utilisés avec soin.

Neem (*Azadirachta indica*)

Ingrédients : Extrait de graines de neem contenant de l'azadirachtine

Nuisibles visés : Insectes suceurs de sève, cicadelles, vers de la capsule et thrips

Préparation : Fabriqué à l'exploitation : Mélanger 30 g de graines de neem (graine dont l'enveloppe a été enlevée) dans un litre d'eau. Laisser reposer une nuit. Le lendemain matin, filtrer la solution avec un tissu fin et pulvériser-la sans attendre. Cette solution ne doit pas être diluée.

Remarques : Les solutions faites à partir d'extraits de graines ou de feuilles de neem ne tuent pas les insectes mais réduisent leur nourriture, leurs déplacements et leur prolifération. L'effet produit n'est donc visible que quelques jours après. L'avantage principal du neem est qu'il n'est pas nocif pour les insectes utiles. Dans une certaine limite, la substance active du neem est absorbée par la plante et affecte ainsi les nuisibles qui se nourrissent des cultures.

Pyrèthre

Ingrédients : Têtes de fleurs réduites en poudre ou extrait liquide de chrysanthèmes

Nuisibles visés : Dysdercus, vers gris, criquets

Remarques : Le pyrèthre provoque la paralysie immédiate ou la mort de la plupart des insectes et affecte également les insectes utiles.

Manutention pendant et après la récolte

La question de la qualité de la récolte du coton

La qualité de la récolte de coton dépend de la longueur des fibres, du degré de contamination par les matériaux externes tels que les feuilles ou la poussière et du taux de fibres qui ont été abîmées par les infestations de nuisibles et de maladies.

Une matière première de bonne qualité permet de produire du fil et des vêtements de bonne qualité et contribue ainsi au succès du marché du coton biologique. Lorsque les acheteurs de coton fixent les prix, ils prennent généralement en compte la qualité des graines de coton.

Mesures prises pour améliorer la qualité de la récolte et qui récompensent directement les agriculteurs :

- Laisser la capsule du cotonnier mûrir et s'ouvrir totalement.
- Récolter le coton une fois que la rosée du matin a séché car le coton sec est moins en proie aux champignons pendant le stockage.
- Placer le coton récolté dans des contenants en coton et pas dans des contenants en nylon ou autres tissus synthétiques (fibres externes).
- Retirer les feuilles et les capsules endommagées du coton récolté.
- Séparer le coton de moins bonne qualité dans un sac plus petit.
- Tout délai concernant la récolte peut entraîner une réduction de la qualité des fibres car les capsules ouvertes sont exposées plus longtemps à la rosée, à la poussière et au miellat des insectes.
- Ne pas récolter le coton pas mûr car il n'absorbera pas les teintures correctement et sera donc vendu bien moins cher.

Le coût principal de la production de coton est celui de la main d'œuvre nécessaire à la récolte. Les suggestions suivantes peuvent améliorer l'efficacité des techniques de récoltes et assurer une récolte de bonne qualité :

- Utiliser un sac long pour que le poids repose sur le sol ;
- Maintenir le sac ouvert en permanence avec une branche flexible disposée en cercle ;
- Récolter le coton sur deux rangées à la fois ;
- Avoir un deuxième sac plus petit pour le coton de moins bonne qualité.

Stockage

Si les agriculteurs stockent le coton avant de le vendre, ils doivent prendre des précautions pour ne pas qu'il soit contaminé par la poussière ou des produits chimiques tels que les engrais, les pesticides ou le pétrole. Ne jamais utiliser de traitement contre les nuisibles du stockage (DDT) sur le coton récolté ! Aucun matériau fibreux ne doit se mêler au coton (vêtement, cheveux, etc.) car il pourrait affecter la qualité du fil.

Le lieu de stockage doit être propre et sec. Des conditions humides pourraient favoriser la prolifération de champignons et entraîner une perte importante de qualité. Lorsque les récoltes biologiques sont stockées dans les mêmes installations que le coton issu des cultures conventionnelles (usines d'égrenage), il faut prendre soin de bien séparer distinctement les produits biologiques des produits en conversion et des produits non biologique pour éviter de les mélanger.

Stratégies de production de coton

Les revenus issus des cultures dépendent des rendements, des coûts de production, des prix du marché et des risques de production engagés. Ainsi, un agriculteur dispose de quatre façons pour améliorer ses revenus de manière durable en matière de production biologique :

- Augmenter les rendements de manière durable en améliorant la fertilité du sol ;
- Réduire les coûts de production (avec les intrants extérieurs) ;
- Obtenir un meilleur prix pour le produit (prix plus élevés pour la production biologique, accès au marché) ;
- Réduire les risques de production (sécheresse et dommages causés par les nuisibles).

Les agriculteurs biologiques font un maximum de profits lorsqu'ils parviennent à combiner toutes ces approches.

Pour faire de bons profits avec le coton biologique, les agriculteurs adoptent une des stratégies suivantes :

- La première stratégie est « le biologique intensif ». Elle consiste à obtenir des rendements élevés par le biais d'un approvisionnement optimal en nutriments et de bonnes pratiques culturales. Les agriculteurs suivant cette stratégie achètent en général des engrais biologiques à l'extérieur (fiente de bovin, tourteaux oléagineux), irriguent leur champ de manière intensive et prennent des mesures pour protéger leurs cultures. Il s'agit généralement de la stratégie des exploitants qui disposent de plus de ressources (une plus grande surface agricole, de bonnes installations servant à l'irrigation et des sols fertiles).
- La seconde stratégie est celle « à bas coûts et à moindres risques ». Elle vise à réduire les coûts de production et les risques liés à la production en ayant pour objectifs des rendements moyens. Les agriculteurs produisent tous les intrants directement sur leur exploitation (compost, pesticides botaniques, engrais liquides, etc.) et mènent les activités de l'exploitation avec de la main d'œuvre familiale. Cette stratégie qui consiste à ne pas faire intervenir d'intrants externes permet de réduire les risques dans les régions où les pertes de récolte sont courantes à cause de la sécheresse, de l'engorgement ou des vols. En effet, les agriculteurs investissent moins d'argent dans les cultures. On peut difficilement tracer un trait net pour bien démarquer les deux stratégies. Cependant, cette distinction basique peut aider les agriculteurs à rendre leurs activités plus rentables et à ajuster les différents services offerts pour satisfaire les exigences des différents agriculteurs.

PESTICIDES: COMPOSES, UTILISATION ET DANGERS

Introduction

Des méthodes non chimiques de protection des cultures ont été pratiquées pendant des siècles jusqu'à l'introduction des pesticides chimiques il y a quelques décennies. Ces derniers semblent faciliter la protection des cultures.

Ces produits se sont d'abord avérés efficaces puisque l'on pensait que tous les insectes nuisibles pouvaient être éradiqués. Cependant, ce ne fut pas le cas, les insectes nuisibles sont revenus, saison après saison. De nombreux prédateurs naturels ont été temporairement neutralisés avec les insectes nuisibles, ce qui a donné à ces derniers l'opportunité de se développer encore plus rapidement.

Les cultures doivent être traitées plusieurs fois par saison afin contrôler un seul type d'insectes et faire en sorte que les cultures restent saines. Certains pesticides finissent alors par ne plus fonctionner car les insectes nuisibles deviennent résistants. Ces effets ont d'abord été observés avec les pesticides contre les insectes et les acariens (insecticides), et finalement, certains pesticides utilisés pour contrôler les maladies (fongicides et bactéricides) et les mauvaises herbes (herbicides) se sont également avérés inefficaces. Étant donné que les nuisibles deviennent résistants aux produits fréquemment utilisés, il faut sans cesse recourir à de nouveaux produits chimiques, de nouveaux composés et de nouvelles mixtures.

De plus, certains pesticides sont extrêmement toxiques pour ceux qui les répandent. Les agriculteurs sont sensés savoir comment manipuler ces produits en toute sécurité, sans provoquer d'accidents.

Santé humaine et pesticides

Plus que simplement affecter les agriculteurs, il a été démontré qu'il existe une corrélation entre l'utilisation de pesticides par les agriculteurs et des défauts de naissance de leurs enfants, en particulier les garçons étant nés avec des malformations génitales:

- Gaspari L, Paris F, Jandel C, Kalfa N, Orsini M, Daurès JP, Sultan C. [Prenatal environmental risk factors for genital malformations in a population of 1442 French male newborns: a nested case-control study](#). PubMed.gov. 26 November 2011. [Accessed 29 July 2012]
- [Pesticides et malformations génitales des fils d'agriculteurs](#), 07.03.2005, http://www.novethic.fr/novethic/planete/environnement/agriculture/pesticides_et_malformations_genitales_fils_agriculteurs/89313.jsp
- [Dans le Nordeste brésilien, des garçons au pénis atrophié pour cause de pesticides](#), Le Monde, 18.05.2012, http://www.lemonde.fr/sante/article/2012/05/18/au-bresil-des-garcons-au-penis-atrophie-pour-cause-de-pesticides_1703658_1651302.html

Les répercussions du changement de système de protection de culture

Ce n'est pas simple, économiquement parlant, de comparer le rapport coût-efficacité des systèmes de protection des cultures chimique et biologique. Cela est particulièrement vrai si l'on considère une culture ou une année isolée. Les agriculteurs ont tendance à sous-estimer les coûts d'un contrôle chimique et à surestimer les coûts d'un contrôle biologique

(notamment les coûts de la main d'œuvre). Les coûts d'une méthode de contrôle chimique incluent non seulement les pesticides, mais également l'équipement, les vêtements de protection, la sécurité lors du stockage et les amortissements. Les coûts liés à la santé doivent également être considérés en cas d'accident.

Par ailleurs, dans les régions les plus reculées, les prix des marchés locaux ne couvriront peut être pas les coûts des pesticides.

Les pesticides de synthèse sont souvent efficaces contre les nuisibles visés. En revanche, lorsque ces nuisibles deviennent résistants aux pesticides, ou si les cultures sont en proie à de mauvaises conditions climatiques, les dépenses sont faites sans qu'il n'y ait de rendement pour les rembourser.

Une protection biologique des cultures est souvent moins efficace qu'une protection faite avec des produits chimiques, mais elle est en générale moins chère et se base sur des intrants et des interventions localement accessibles.

Les effets indésirables des pesticides de synthèse posent trop de problèmes pour que ces pesticides soient utilisés en parallèle avec des méthodes non chimiques.

Objet de ce chapitre

Ce chapitre ne donne pas de formules toutes faites sur comment traiter tel nuisible dans telle culture. Il offre une manière beaucoup plus flexible de penser et de travailler que les agriculteurs peuvent adapter aux conditions locales et à leurs cultures.

Que l'agriculteur utilise une méthode de protection des cultures chimique ou biologique, il doit être en mesure d'identifier les nuisibles principaux qui affectent ses cultures. Il est également important d'en savoir plus sur leur cycle de vie et sur comment ils sont affectés par les conditions locales.

Ce chapitre regroupe les principales caractéristiques des nuisibles et explique aux agriculteurs comment apprendre pour ensuite gérer ces ravageurs de façon responsable. Le but ici n'est pas d'éradiquer les nuisibles, mais plutôt de minimiser les dégâts qu'ils provoquent.

Ce chapitre explique également aux agriculteurs comment organiser leurs activités de manière à ce que les nuisibles aient moins de chance de proliférer de façon démesurée. Beaucoup de ces mesures sont efficaces pendant plusieurs années et aident à contrôler plus d'un type de nuisibles.

De nombreuses mesures sont prises avant ou pendant la gestion proprement dites des cultures pour protéger ces dernières des nuisibles. Ces mesures ont généralement pour but de maintenir la faible présence d'un type spécifique ou d'une catégorie de nuisibles.

On peut donner l'exemple des semences saines pour empêcher une culture d'être atteinte par les maladies au stade précoce de leur croissance. Un autre exemple est l'ensemencement de cultures sous forme de rangées pour que l'on puisse facilement retirer les mauvaises herbes avec un simple outil. On peut également planter des margousiers qui ont pour fonction d'éloigner un certain nombre de nuisibles.

Renforcer les connaissances chez les communautés d'agriculteurs

Pour appliquer la protection des cultures biologiques de manière efficace, les agriculteurs doivent en savoir plus sur les cultures, les nuisibles et leurs interactions dans une zone agro-écologique donnée.

Les communautés agricoles disposent de connaissances précieuses mais ont également parfois des idées ou des croyances erronées ou incomplètes. Pour protéger efficacement les cultures sans pesticides, les savoirs techniques des communautés agricoles doivent être renforcés et améliorés.

Les agriculteurs doivent pouvoir prendre des décisions selon leurs cultures et leurs savoirs. Les écoles d'agriculture de terrain sont un excellent moyen pour appliquer et améliorer la protection des cultures non chimiques. Des réussites ont été constatées partout dans le monde.

Les agriculteurs du Ghana bénéficient des écoles d'agriculture de terrain.

Dans la région de Kumasi au Ghana, 250 agriculteurs ont participé au programme des écoles d'agriculture de terrain pour augmenter les rendements de plus de 50 %/ha, augmentant les profits saisonniers de 30 % et réduisant l'utilisation des pesticides de 95 %.

La hausse des revenus a permis aux agriculteurs d'améliorer leurs conditions de logement, de scolariser leurs enfants, de se vêtir et de donner pour leur église. Certains se sont même agrandis et sont devenu de véritables entreprises orientées vers les affaires.

Des participants de la zone Savannah ont pu produire assez pour stocker des aliments durant toute la saison maigre. Des agriculteurs des régions bénéficiant de plus de sécurité alimentaire ont pu s'offrir plus de viande et de poisson.

Les agriculteurs apprécient la nette amélioration en matière de santé due à la diminution des empoisonnements aux pesticides. Les agricultrices et leur personnel féminin ont constaté un renforcement de leurs capacités d'organisation, d'encadrement et de leur estime de soi.

Les agriculteurs travaillent ensemble pour amener les autorités locales et les bureaux régionaux de l'agriculture à fournir plus d'efforts pour le développement de la communauté.

Nuisibles et prévention

Les nuisibles des cultures sont tous les organismes constituant une menace pour la qualité et les rendements des cultures vivrières et marchandes. Ces nuisibles peuvent être des petits mammifères comme les rats, les souris et les oiseaux. La plupart du temps, ce sont de petits organismes comme les insectes, les acariens, les nématodes (petits vers microscopiques) ou les escargots. Les microorganismes comme les champignons, les bactéries et les virus sont également responsables de maladies dévastatrices affectant les plantes. Les plantes supérieures, fonctionnant comme les mauvaises herbes sont également considérées comme nuisibles.

Cependant, la simple présence de ces organismes dans les cultures ne fait pas d'eux des nuisibles. En principe, ils ne sont pas nuisibles tant qu'ils n'ont pas franchi un certain seuil. Les plantes peuvent déranger dans certaines conditions et être très utiles dans d'autres. Les plantes sauvages dans les champs sont des mauvaises herbes, en revanche, elles constituent dans d'autres situations, de la nourriture pour animaux et du compost. Les semences, les bulbes et les racines laissés dans le champ après la récolte peuvent devenir des plantes gênantes pour les prochaines cultures.

Tous les animaux et plantes présents sur une exploitation agricole ne sont pas forcément des nuisibles. Tous les nuisibles potentiels partagent les mêmes caractéristiques :

- Ils peuvent endommager des plantes individuelles dans les cultures ;
- Ils peuvent se multiplier très rapidement dans des conditions favorables ;
- Ils peuvent nuire à l'agriculteur car les dommages qu'ils causent réduisent la qualité et le rendement du produit récolté ou car ils ne peuvent être contrôlés qu'avec des moyens coûteux.

Nuisibles affectant les plantes individuelles dans les cultures

Les nuisibles se distinguent par la façon dont ils s'attaquent aux plantes. Trois groupes de nuisibles sont présentés : les insectes, les microorganismes et les mauvaises herbes.

Insectes

Les insectes se nourrissent des plantes, de certaines parties d'une plante, ou des sucs d'une plante qu'ils aspirent après l'avoir percée.

Microorganismes

Les microorganismes sont nuisibles lorsqu'ils provoquent des maladies chez les plantes. On les appelle alors des organismes pathogènes. Les symptômes présentés par ces maladies incluent des malformations, des boutons sur les feuilles ou la pourriture des tiges, des fruits ou des racines.

Mauvaises herbes

La plupart des mauvaises herbes sont nocives car elles entrent en compétition avec les cultures en quête de lumière, d'eau et de nutriments. Cette infestation ralentit la croissance des cultures. Certaines plantes sont considérées comme de la mauvaise herbe car elles sont parasitaires. Elles vivent sur les racines des plantes et leur prennent eau et nutriment par contact direct. D'autres plantes sont considérées comme des mauvaises herbes parce qu'elles abritent des insectes nuisibles ou des microorganismes pathogènes.

Une variété de mauvaise herbe très répandue dans les exploitations africaines est la striga (*Striga hermonthica*), une herbe parasitaire qui affecte les céréales, notamment le sorgho et le millet d'Inde.

Dans les milieux où la faible teneur en azote réduit la fertilité des sols et où la pluviométrie est faible, trois plantes au mètre carré peuvent complètement inhiber la production de grain. Elles s'attachent aux racines et provoquent une transpiration trois fois supérieure à la normale avant d'intercepter l'eau et les nutriments des cultures. La striga altère également l'équilibre hormonal de son hôte, l'entraînant à produire moins de pousses et plus de racines. Chaque plante produit 20 000 graines qui restent viables dans le sol jusqu'à 20 ans après. Les sols infestés par la striga perdent leur productivité et se reconnaissent avec une grande quantité de fleurs violettes.

Dégâts affectant les cultures

Les organismes nuisibles d'une infestation peuvent avoir un impact sur le rendement et la qualité des cultures. Ces dégâts affectent l'agriculteur car des cultures à faible rendement et de mauvaise qualité devront être vendues à plus bas prix.

Pour empêcher de tels dégâts, les agriculteurs peuvent prendre des mesures de gestion des nuisibles. Cependant, ces mesures coûtent de l'argent, il n'est donc pas conseillé d'y avoir

recours de façon systématique. La décision de passer à l'action doit se baser sur une inspection régulière des cultures. Dans la plupart des cas, une inspection hebdomadaire suffit.

Le but de ces inspection est de déterminer quels types et combien de nuisibles sont présents dans les cultures, afin de savoir s'ils se mettent à proliférer.

La conversion vers une méthode non chimique

La protection des cultures par un usage massif de pesticides doit être très réactive, aussitôt que le premier individu d'une espèce nuisible est repéré, ou si la population de nuisibles augmente, les agriculteurs doivent commencer à s'interroger sur les types de pesticides à utiliser pour réduire le nombre d'organismes nuisibles.

L'avantage de cette méthode est que le résultat souhaité est rapidement atteint et que cela continuera tant que le pesticide reste efficace. Cependant, au cours des dernières décennies, de plus en plus de nuisibles sont devenus résistants aux produits chimiques. De plus, les pesticides de synthèse ont souvent un impact très large, ils tuent aussi bien les nuisibles que les organismes utiles et sont parfois toxiques pour l'Homme également.

Voilà pourquoi la protection des cultures par un emploi régulier de pesticides de synthèse est devenue de moins en moins efficace. Protéger les cultures en utilisant très peu ou pas du tout de pesticide est encore possible mais il faut pour cela prendre en compte le cycle de vie des nuisibles dans sa manière de penser.

Plutôt que de choisir d'éradiquer un nuisible dès qu'un petit nombre d'individus est repéré dans le champ, les agriculteurs doivent se demander pourquoi le nuisible revient à chaque fois que de nouvelles cultures sont semées et comment fait-il pour se reproduire aussi rapidement dans ce type de culture en particulier. Ils remarqueront alors clairement que ces nuisibles profitent de certaines circonstances qui leur sont favorables.

Ces circonstances peuvent être reliées aux nuisibles, aux cultures, aux conditions environnementales ou à la combinaison de ces trois facteurs.

Ces connaissances forment la base d'une approche proactive (préventive) en matière de protection des cultures. Être proactif signifie que les agriculteurs acceptent la présence de nuisibles sur leur exploitation mais qu'ils sont tout de même prêts à organiser leurs activités agricoles et à ajuster leurs techniques culturales pour que la population de nuisibles ne s'étende pas trop et pour que les dégâts causés ne dépassent pas une certaine limite. Si la population d'un nuisible en particulier menace d'atteindre un niveau trop élevé, des pesticides avec le moins d'effets indésirables possibles peuvent être appliqués en dernier recours.

Identifier les nuisibles les plus importants

Les agriculteurs souhaitant une méthode non chimique pour protéger leurs cultures doivent être en mesure d'identifier les nuisibles les plus nocifs pour leurs cultures : les ravageurs prépondérants. Une fois qu'ils ont identifié les conditions dans lesquelles les nuisibles causent le plus de dégâts, les agriculteurs peuvent prendre des mesures proactives pour empêcher ces dégâts. Ces mesures ne doivent pas coûter trop cher ou demander plus de travail que l'agriculteur ne peut fournir.

Planifier, mettre en œuvre, expérimenter

La gestion proactive des nuisibles n'est pas une recette unique qui fonctionne de la même manière pour toutes les zones agro-écologiques. Il s'agit d'une approche flexible que les agriculteurs doivent adapter de temps à autres aux circonstances propres à leur exploitation. Certaines mesures s'appliquent sur plusieurs saisons agricoles et aident à contrôler efficacement divers types de nuisibles. Par exemple, les agriculteurs peuvent établir un calendrier d'ensemencement qui indiquera le type et l'ordre des cultures à établir pour chaque champ (rotation des cultures).

Avec la pratique, les agriculteurs vont être amenés à constamment réaliser quelques progrès. On leur recommande d'expérimenter à échelles réduites en plantant différentes variétés ou différentes combinaisons de cultures sur une petite section de leur champ. En comparant les dommages causés par un nuisible spécifique sur une variété donnée ou sur une combinaison de variétés, les agriculteurs peuvent déterminer les conditions selon lesquelles les nuisibles font le moins de dégâts.

Comment les agriculteurs du Cameroun évaluent-ils les nouvelles techniques de protection des cultures

Les agriculteurs camerounais s'organisent en petits groupes pour discuter des problèmes qu'ils rencontrent avec les nuisibles et les méthodes traditionnelles (locales) qu'ils utilisent pour s'en débarrasser. Les agriculteurs consultent également un spécialiste d'un Centre de recherche local qui maîtrise les nouvelles méthodes non chimiques de protection des cultures. Ensemble, ils élaborent des expérimentations pour voir comment fonctionnent ces nouvelles techniques en application avec les pratiques locales.

Si une nouvelle méthode permet de faire des progrès, elle est adoptée et utilisée à plus grande échelle. L'attention se concentre majoritairement autour de l'utilisation des extraits de plantes contre les insectes nuisibles.

Inspection

Pendant la phase de croissance des cultures, les agriculteurs doivent inspecter les cultures une fois par semaine pour observer les principaux nuisibles et leur rapidité de prolifération.

Il est recommandé de noter l'état des cultures et des nuisibles trouvés plusieurs fois par an. Ainsi, on pourra établir plus tard quel nuisible est susceptible d'apparaître lors de telle ou telle phase de développement des cultures.

Il est également important de savoir comment les prédateurs naturels des insectes nuisibles se développent. Si l'insecte se développe plus vite que ses prédateurs, on peut peut-être encore corriger cela. À la fin de la saison, on doit pouvoir évaluer le rendement et la qualité de la récolte.

Éloigner les nuisibles d'un champ

Les monocultures facilitent diverses tâches agricoles mais sont également la première cause de la prolifération des nuisibles. Un grand champ de maïs, par exemple, est une source de nourriture presque inépuisable pour eux. La même culture est semée sur le même sol chaque année, favorisant la prolifération des organismes pathogènes du sol et de certaines espèces de mauvaises herbes.

Les petites exploitations sont généralement plus diversifiées avec différentes cultures plantées côte à côte dans le même champ. Les agriculteurs ont développé leurs propres méthodes pour éloigner les nuisibles de leur champ, en particulier les animaux. Ce type d'exploitation attire moins les nuisibles. Cultiver des cultures variées représente déjà un cadre de gestion proactive des nuisibles.

Le rôle de la biodiversité

L'un des principaux piliers de la gestion proactive des nuisibles est le fait de les éloigner de l'exploitation agricole. L'élément clé pour y parvenir est l'implantation d'une grande variété de vie végétale et animale au-dessus et en dessous de la surface du sol. Cette variété d'organismes forme ce que l'on appelle la biodiversité. La biodiversité nuit gravement à la prolifération des nuisibles.

Améliorer la biodiversité entraîne les effets suivants :

- Les plantes variées qui poussent sur et autour des champs créent un environnement favorable pour les prédateurs naturels des nuisibles (notamment les insectes et les acariens). Dans la plupart des cas, ces prédateurs régulent les populations de nuisibles et les empêchent d'atteindre un niveau critique ;
- Des plantes variées dans et autour des champs limitent non seulement la prolifération des champignons, bactéries et virus pathogènes, mais également celle des insectes et des acariens ;
- Des plantes variées à croissance rapide dans les champs fournissent une couverture étendue du sol et qui empêche la germination et la pousse des mauvaises herbes ;
- Des cultures multiples, cultivées au même moment ou en rotation, stimulent une vie du sol riche et variée ce qui permet de contrôler la prolifération des éléments pathogènes du sol et des mauvaises herbes ;
- Une vie variée dans le sol, créée en partie par la pousse de plantes variées, est également bénéfique pour la structure du sol. Une bonne structure du sol et une fertilisation équilibrée permettent la croissance optimale des cultures qui bénéficient d'une très bonne résistance aux maladies et aux animaux nuisibles et qui peuvent entrer pleinement en compétition avec les mauvaises herbes.

Les mesures présentées précédemment aident non seulement à contrôler les nuisibles mais ont également d'autres effets positifs, une raison de plus pour les utiliser. Autres avantages :

- Les cultures de couverture protègent le sol des expositions au soleil, évitant ainsi l'évapo-transpiration ;
- Recouvrir le sol de plantes prévient l'érosion provoquée par les fortes pluies ou les vents tempétueux. Cela est particulièrement important pour les terrains à flanc de colline ;
- Lorsque des cultures sont combinées à des légumineuses, elles peuvent toutes deux mieux fixer l'azote ;
- Combiner des plantes à enracinement superficiel avec des cultures à racines profondes contribue à une meilleure utilisation des engrais et des fertilisants épandus ;
- Une rotation des cultures équilibrée garantit également que les applications d'engrais intégrées au calendrier des semences soient bien utilisées.

Améliorer la biodiversité : Culture de plantes le long des champs et des fossés.

Des bordures de végétation le long des champs et des fossés peuvent empêcher les nuisibles venus d'ailleurs d'infester les cultures. Une combinaison de grands arbres et de

petits buissons avec un tapis d'herbe est suffisante. Comme les nuisibles sont portés par le vent, il est important de planter des bordures le long des champs pour contrer les vents dominants. La plupart des prédateurs d'insectes ont besoin de nectar et de pollen. Par conséquent, il est également important de planter des arbres, des buissons et des herbes ayant une floraison importante.

Cependant, la végétation peut également servir de nourriture et d'abri pour les nuisibles, les agriculteurs doivent alors adapter cette végétation pour qu'elle attire moins de nuisibles et plus de prédateurs.

Il est recommandé d'utiliser des espèces de plantes qui poussent bien dans les conditions locales. On peut installer une bordure permanente composée d'un mélange de pelouse et d'herbes annuelles et pérennes. La bordure doit être entretenue et taillée une à deux fois par an pendant les deux ou trois premières années pour éviter la pousse de plantes indésirables. Il est déconseillé de fertiliser le sol des bordures car cela encouragerait la pousse de l'herbe qui finirait par tout envahir. Les herbes et les épices sont conseillés mais le désherbage reste nécessaire pendant les phases de croissance précoce pour éviter toute compétition autour des nutriments.

L'effet « push-pull » (pousser-attirer) protège le maïs de la pyrale et de la striga

La pyrale (larve de papillon) est l'insecte nuisible le plus répandu dans les cultures céréalières à l'est et au sud de l'Afrique. Les pertes qu'elle entraîne peuvent atteindre 80 % tandis que celles dues à la striga vont de 30 à 100 % dans la plupart des régions.

Les chercheurs ont trouvé une méthode qui consiste à cultiver le maïs aux côtés de deux autres plantes. L'une attire la pyrale (effet « pull ») et l'autre culture intercalaire la repousse (effet « push »). Ensemble, ces cultures protègent le maïs de manière très efficace.

L'herbe, aussi bien cultivée que sauvage, a un effet attractif sur la pyrale. L'herbe à éléphant est la plus efficace. On la plante le long des bordures autour du champ de maïs pour attirer les papillons adultes. Plutôt que de se poser sur les plantes de maïs, ces insectes sont attirés vers un repas plus appétissant. L'herbe à éléphant dispose d'un moyen de défense particulièrement intelligent contre les attaques de nuisibles. Lorsqu'une larve de pyrale l'attaque, cette plante sécrète une substance gluante qui emprisonne la larve et limite les dégâts. Ainsi, les prédateurs cachés parmi les plantes, peuvent passer à l'action.

Les légumineuses desmodium repoussent les papillons adultes et les contraignent à s'éloigner des cultures principales (maïs ou sorgho). Le desmodium est planté parmi les rangées de maïs ou de sorgho. Étant une plante à croissance lente, le desmodium n'interfère pas avec la croissance des cultures et présente l'avantage de maintenir la stabilité du sol et d'améliorer sa fertilité par fixation d'azote. Il constitue également un fourrage très nutritif. D'autres légumineuses produisent le même effet, mais le desmodium lui, anéantit également la striga de manière efficace.

Rotation des cultures

Il s'agit de diverses cultures en champ, semencées de manière successive suivant les saisons. La rotation des cultures joue un rôle important pour la fertilité du sol et également pour prévenir l'apparition de divers nuisibles comme les maladies présentes dans le sol et les mauvaises herbes pérennes. Dans l'idéal, les agriculteurs doivent alterner des cultures de céréales avec des légumes et des racines et des tuberculeuses.

Il faut prendre soin de ne pas cultiver deux plantes de la même famille l'une après l'autre. Par exemple, les pommes de terre et les tomates ou le céleri et les carottes. Il est toutefois possible de faire pousser des cultures de céréales plus souvent que les autres cultures en

rotation car les maladies du sol ne les affectent pas. Il faut prendre en compte les cultures vivrières et marchandes régulières lorsque l'on prévoit une rotation des cultures.

Les agriculteurs biologiques du Bénin ont réussi à cultiver du coton sans pesticides

Le coton attire un grand nombre d'espèces de nuisibles. Par conséquent, la culture conventionnelle du coton est associée à un épandage intensif d'insecticides. Les producteurs de coton béninois ont formé l'ONG OBEPAB (Organisation Béninoise pour la Promotion de l'Agriculture Biologique) pour adopter un système de production de coton biologique. On utilise aucun pesticide de synthèse ni aucun engrais inorganique. À la différence des pratiques de l'agriculture conventionnelle, on recycle les résidus des cultures précédentes pour améliorer la fertilité du sol, au lieu de simplement les brûler.

D'autres avantages apparaissent avec la production biologique, il n'y a plus besoin d'acheter des pesticides et les producteurs obtiennent de meilleurs prix pour leur coton.

La base pour cultiver le coton biologique est une rotation de cultures qui se déroule sur trois ans. Le coton est fertilisé la première année avec des graines de coton agglomérées et est cultivée sur des résidus de récolte en décomposition le long des courbes de niveau. Les cultures de coton sont ensuite alternées avec des céréales (maïs, millet, sorgho) et des plantes oléagineuses (cacahuète, sésame, carthame).

D'autres possibilités incluent des épices et des légumes comme le piment ou l'oignon. Lors de la troisième année, on cultive des légumes secs comme le pois d'Angole, l'haricot mungo, le pois chiche ou l'haricot à œil noir. La culture de coton qui suivra (en année 4) profitera de l'azote qui aura ainsi été fourni.

Lorsqu'une longue période s'écoule entre deux saisons de cultures, le sol n'est pas laissé à nu. Des cultures de couverture sont établies pour empêcher l'érosion du sol et l'apparition des mauvaises herbes, ainsi que pour servir de nourriture et d'abri pour les insectes utiles au contrôle des insectes nuisibles du coton.

Les cultures de couverture les plus utilisées sont la luzerne, le mélilot, le trèfle rouge, le trèfle blanc, la vesce, l'haricot à œil noir, le sarrasin et la moutarde. Par ailleurs, des cultures pièges sont cultivées en bordure des champs de coton. Elles attirent les nuisibles pour les éloigner des cultures de coton. On compte parmi les cultures pièges le tournesol, l'haricot à œil noir, la luzerne, le gombo et le coton qui a été semé plus tôt.

Prévention des dégâts et habilitation des prédateurs naturels

Les prédateurs des insectes qui s'attaquent aux cultures sont les alliés des agriculteurs. Il y a deux groupes d'ennemis naturels : les prédateurs et les parasites. Les prédateurs mangent leur proie et la plupart d'entre eux sont inoffensifs pour les hommes et les cultures.

Les prédateurs courants sont les araignées, les acariens prédateurs, les coccinelles, les carabes et les syrphes. Ces prédateurs présentent l'avantage de se multiplier aussi vite que leurs proies. Les parasites les plus communs sont les guêpes et les mouches. Ils déposent leurs œufs dans les larves des insectes et des acariens nuisibles pour que leurs propres larves dévorent leur hôte de l'intérieur. Les prédateurs mangent de nombreuses espèces d'insectes et d'acariens, à la différence des parasites qui préfèrent souvent un seul type d'insecte nuisible. Lorsque ces derniers deviennent adultes, ils se nourrissent exclusivement de pollen et de nectar, qui proviennent souvent de fleurs sauvages. Si les ennemis naturels sont suffisamment présents lorsque la saison des cultures commence, ils réguleront le niveau d'insectes et d'acariens pour que les cultures restent saines.

Les agriculteurs peuvent également prendre des mesures pour aider un peu les ennemis naturels des nuisibles. De la végétation variée autour des parcelles cultivables offre un abri où ces derniers peuvent survivre entre les cycles végétatifs. Les agriculteurs peuvent stimuler un peu plus leur développement en semant des plantes qui fleurissent

autour et dans les champs de cultures. Ils peuvent également fabriquer des abris supplémentaires pour les prédateurs et les parasites.

Prévenir la prolifération des nuisibles

La végétation à l'intérieur et autour des champs représente plus qu'un simple abri pour les ennemis naturels. De la haute végétation autour des champs éloigne les insectes volants et les acariens transportés par le vent. Une seconde culture dans le champ peut servir de barrière physique, en plus d'offrir les avantages que l'on vient de mentionner. Des rangées de cultures spécifiques peuvent repousser ou attirer les insectes nuisibles avec l'odeur qu'elles émettent : il s'agit des cultures répulsives et des cultures pièges.

Rotation des cultures

Lorsque les cultures sont mises en rotation, les agriculteurs peuvent alterner des cultures qui sont attaquées par un type de nuisibles particulier avec des cultures qui ne sont pas attaquées par ce type de nuisibles. La rotation des cultures fait partie d'une stratégie pluriannuelle visant à minimiser le nombre de nuisibles sur une exploitation.

Courte saison de croissance

Si les agriculteurs font principalement pousser qu'une seule sorte de culture et qu'une rotation de cultures n'est pas une option viable, il est important de bien étendre le plus possible la durée de la période située entre chaque culture. Le nombre d'insectes nuisibles diminue pendant que la terre ne porte pas de cultures. Les agriculteurs peuvent également encourager ce déclin en incorporant les résidus de récolte contenant les nuisibles profondément dans le sol ou en amenant les nuisibles à la surface où ils seront vulnérables, en proie à leurs ennemis naturels. Il est recommandé de procéder à une saison de croissance de courte durée en semant ou en plantant le plus vite possible. Il en va de même pour la récolte. Il vaut mieux ne pas attendre que la dernière plante soit prête à être cueillie ou que le dernier fruit soit mûr car plus il s'écoule de temps avant la récolte, plus les insectes nuisibles seront préparés à survivre et seront encore là lorsque les cultures suivantes seront semées.

Enlever les résidus de récolte

S'il reste beaucoup de nuisibles après la récolte, il vaut mieux retirer les résidus des cultures et les insectes qu'ils abritent plutôt que de les laisser dans le champ. En revanche, s'il y a peu d'insectes nuisibles dans les résidus de récolte et beaucoup d'ennemis naturels, il peut être utile de laisser ces résidus dans les champs.

Fertiliser

Il est important de fertiliser de manière équilibrée, avec assez de P et de K (phosphore et potassium) et pas trop de N (azote). Trop de N rend les cultures appétissantes pour les insectes et celles-ci deviennent alors très denses ce qui complique la tâche de leurs ennemis naturels qui doivent faire de plus gros efforts pour trouver leur proie.

Contrôler

Même avec toutes les mesures préventives mentionnées plus tôt, la population de nuisibles peut devenir trop grande et causer des dommages inacceptables dans les cultures. Il est important d'inspecter les cultures toutes les semaines pour savoir si un niveau critique de nuisible a été atteint.

Des informations propres au terrain concernant le niveau critique de nuisibles (comme le nombre de nuisibles par mètre carré ou par mètre de rangée) doivent être disponibles. Dès

que le nombre de nuisibles est trop élevé, les agriculteurs doivent commencer à envisager des actions correctives.

Attraper à la main

Si la population de nuisibles n'est pas trop importante, on peut attraper les plus gros insectes à la main et les écraser.

Placer des pièges

Leurrer les nuisibles avec des pièges demande moins de travail et s'effectue avec plus de facilité. Les pièges les plus communs diffusent de la lumière pour attirer les insectes nocturnes. Ils sont faits à partir de rubans jaunes recouverts de colle, ou contiennent un appât.

Contrôle biologique par les insectes et les microorganismes utiles

Si l'on constate que les ennemis naturels des insectes et des acariens nuisibles restent en marge plutôt que d'avancer au milieu du champ, les agriculteurs peuvent les prendre avec la main pour les emmener dans le champ. Parfois, des ennemis naturels sont élevés ailleurs et disponibles à la vente. Il peut s'agir de prédateurs, de parasites, mais également de nématodes ou de maladies provoquées par des champignons, des virus ou des bactéries.

Les nématodes sont principalement utilisés pour combattre les insectes du sol. Les virus, les bactéries et les champignons sont épandus sur l'ensemble des cultures et infectent les insectes nuisibles qui s'y trouvent.

Contrôle par les extraits de plantes

De nombreuses espèces de plantes, aussi bien cultivées que sauvages, contiennent des substances qui peuvent tuer les insectes. Il est possible de fabriquer un liquide à partir de ces plantes pour le pulvériser sur les cultures. Les extraits de plantes présentent à la fois des avantages et des inconvénients par rapport aux pesticides de synthèse. Avantages majeurs :

- Ils coûtent moins cher.
- Ils se décomposent plus vite et ne laissent pas de résidus sur les cultures.

Cependant, les extraits de plantes présentent tout de même quelques inconvénients :

- Ils sont souvent moins forts que les insecticides de synthèse. De nombreux insectes survivent ou tombent malades et se remettent ;
- Le dosage adéquat change en fonction des espèces. Puisque les agriculteurs fabriquent les extraits eux-mêmes, ils doivent déterminer le meilleur dosage en faisant des expériences ;
- Certains extraits (comme le jus de tabac concentré en nicotine) sont toxiques pour l'Homme et les animaux domestiques. Tout comme lorsqu'il utilise des pesticides de synthèse, l'agriculteur doit manipuler ces extraits avec précaution ;
- La plupart des extraits de plantes sont toxiques pour les prédateurs et les parasites des insectes nuisibles. L'utilisation de ces bio-pesticides perturbe donc l'équilibre naturel.

Les agriculteurs du Cameroun sélectionnent des extraits de plantes aux propriétés insecticides

Divers produits et méthodes de protection des cultures non chimiques ont été testés dans les conditions locales du Cameroun.

En premier lieu, un inventaire des méthodes traditionnelles de gestion des nuisibles a été établi par des petits agriculteurs dans les provinces du nord-ouest, du sud-ouest et de l'ouest du Cameroun. Des informations ont été rassemblées à partir de leurs réponses et des documents existants pour ensuite préparer des dépliants destinés à la distribution. Les agriculteurs ont reçu une formation sur les méthodes

non chimiques de protection des cultures pour contrôler les nuisibles de leur exploitation. La méthodologie utilisée pour ces formations faisait appel à une approche participative et aux méthodes de l'École d'agriculture de terrain.

L'une des préparations prometteuses qui a été choisie pour être testée dans les champs après cet inventaire est l'huile de ricin (*Ricinus communis*).

Préparation: 0.5 kg de graines sans coque ou 0.75 kg de graines fraîches avec coques écrasées puis bouillies pendant 10 minutes dans 2 litres d'eau. On ajoute deux tasses de kérosène avec un peu de savon. La solution est filtrée (avec du tissu) puis diluée dans 10 litres d'eau froide. La préparation est alors prête à être pulvérisée sur les feuilles pour contrôler les chenilles phyllophages, les pucerons et les punaises dans les cultures de légumes. *L'huile de ricin est toxique pour l'Homme autant que pour les ennemis naturels des nuisibles.*

Des extraits à base de margousier (*Azadirachta indica*) sont également très utilisés. Les extraits de margousier sont efficaces sur près de 400 espèces d'insectes, notamment sur la plupart des nuisibles (papillons, charançons, carabes et mineuses de feuilles). Ces extraits ne tuent pas les insectes directement mais empêchent leur reproduction de manière efficace. L'extrait de margousier peut être préparé à partir des feuilles mais les graines sont plus riches en composés insecticides. 75 g de graines (avec leur enveloppe) sont nécessaires pour un litre d'eau.

Les graines doivent avoir au moins entre 3 et 8-10 mois. Les graines réduites en poudre sont placées dans une poche de mousseline qui est ensuite plongée dans l'eau pendant une nuit. On presse ensuite la poche et on filtre l'extrait. On ajoute un peu de savon au filtrat (1 ml/litre d'eau) pour fixer l'extrait sur la surface des feuilles des plantes cultivées.

On peut également utiliser des feuilles de papayer : 1 kg de feuilles fraîches broyées puis plongées dans 10 litres d'eau. On ajoute deux tasses de kérosène avec un peu de savon et on laisse tremper pendant une nuit. Passer la décoction à l'aide d'un morceau de tissu avant de la vaporiser sur les feuilles des légumes pour lutter contre les chenilles phyllophages, les pucerons et les punaises.

Les pesticides à base d'huile de margousier (ou Neem) (*Azadirachta indica*) sont un moyen naturel pour contrôler les nuisibles et les maladies qui affectent les cultures, les plantes ou les fleurs. L'huile de margousier est utilisée depuis des centaines d'années compte tenu de ses vertus répulsives. Les agriculteurs africains utilisent le margousier en tant qu'alternative biologique aux produits toxiques qui polluent les sols et les réserves d'eau en affectant les enfants, les oiseaux et les insectes utiles.

Les huiles de margousier fabriqués par les agriculteurs africains sont généralement de bonne qualité mais il vaut mieux vérifier l'étiquette pour voir ce qui a été rajouté car certaines huiles sont plus diluées que d'autres. On peut les trouver dans la plupart des magasins bio sous le nom d'huile de margousier ou d'extrait de feuilles de margousier et ces préparations sont normalement issues de l'agriculture biologique.

L'extrait de margousier se prépare facilement chez soi en suivant ces instructions :

- Utiliser un récipient assez grand pour ajouter au margousier la moitié de son volume en eau chaude.
- Ajouter ½ cuillère à café de savon liquide doux tel que Castile et mélanger. Ajouter ensuite 15 ml d'huile de margousier et l'incorporer doucement dans l'eau en la remuant ou en la secouant légèrement.
- Verser la préparation dans un vaporisateur propre ou neuf.
- Les proportions peuvent être doublées mais cette préparation doit être utilisée dans les huit heures sinon elle perdra ses effets.

Vaporiser ce pesticide artisanal sur toutes les feuilles en recouvrant l'ensemble de la surface des faces supérieures et inférieures avant de vaporiser le sol pour qu'il soit saturé en produit.

Vaporiser la préparation tôt le matin ou en début de soirée pour ne pas effrayer les bons insectes ou brûler les plantes exposées en plein soleil.

Secouer le vaporisateur en cours d'utilisation pour maintenir la préparation bien mélangée. Renouveler cet épandage une fois par semaine et plus s'il pleut.

Cette préparation ne tuera pas les insectes avant qu'ils ne mordent les feuilles mais elle assurera un effet répulsif immédiat à cause de sa forte odeur.

Les pesticides à base d'huile de margousier sont connus pour tuer et contrôler les pucerons, les larves de papillons, les araignées rouges, les mouches blanches et les scarabées japonais. Ils n'affecteront pas les insectes qui ne mangent pas de feuilles comme les papillons, les coccinelles et les abeilles.

PRATIQUES D'ÉLEVAGE

Un éleveur est quelqu'un dont l'activité principale est de mener les troupeaux là où l'on trouve des pâturages pour les animaux. Dans la région du Sahara, de nombreux éleveurs sont nomades ou semi-nomades. Les éleveurs semi-nomades emmènent paître leurs animaux pendant la journée et reviennent à leurs habitations le soir. Ils n'ont pas besoin de marcher trop longtemps pour emmener leurs animaux jusqu'aux pâtures et jusqu'à l'eau car ils vivent dans des régions où les pluies sont éparses mais régulières. Les éleveurs nomades quant à eux, sont sur la route une bonne partie de l'année pour suivre la nourriture et l'eau car la disponibilité de ces derniers dépend des saisons et du changement du climat. En général, les éleveurs nomades doivent parcourir des kilomètres avant de trouver de l'eau. Certains d'entre eux sont sédentaires car ils vivent dans des régions où les pâtures sont assez abondantes pour nourrir leurs animaux, ils n'ont donc pas besoin d'aller chercher ailleurs.

▪ **Accès à l'eau**

L'accès à l'eau pose un réel problème pour les éleveurs. La plupart d'entre eux se servent de puits généralement gratuits mais pas faciles d'accès. Pendant la saison des pluies, l'eau est abondante et les éleveurs n'ont pas besoin d'aller loin pour trouver des rivières. Cependant, entre décembre et juin, les puits sont à sec. Soit les éleveurs se lèvent tôt pour arriver au puits en premier, soit ils marchent des kilomètres pour trouver de l'eau et abreuver leurs animaux. Dans certaines régions, l'eau est accessible grâce aux services publics (Sénégalaise des eaux). Les éleveurs peuvent acheter de l'eau pour la donner aux animaux. Le prix de l'eau dépend alors de la taille du bassin choisi.

Les principales régions d'élevage du bétail sont dépourvues de point d'eau permanent (sauf près du delta du Niger et des rivières). Les eaux de surface s'assèchent rapidement une fois que la saison sèche commence. Chercher de l'eau devient alors problématique pendant la saison sèche, pour les troupeaux comme pour leurs propriétaires. La dispersion des points d'eau existants (marres, puits et puits de surface permanents) et la distance à laquelle ils se situent par rapport aux pâtures exploitables pendant la saison sèche, impliquent de longues marches qui épuisent les animaux. Les ressources disponibles suffisent seulement à combler les besoins basiques. La productivité du troupeau chute pendant cette période. Les maladies et le manque de ressources sont les facteurs qui limitent le plus les systèmes de production du bétail.

▪ **Accès à la nourriture**

Élevage nomade : L'élevage nomade se caractérise par les déplacements fréquents des éleveurs et de leur troupeau en fonction de la disponibilité des ressources. Ces derniers n'ont pas de camps établis. Les régions d'élevage nomade peuvent être isolées ou confluentes et les groupes familiaux se retrouvent plus ou moins séparés. La production suit un cycle saisonnier. Ce type de système, connu sous le nom de

système pastoral, se retrouve dans les zones subdésertiques au nord du Sénégal (Adrar, Azaouad, Azaouak et Tilemsi), dans les régions au nord du Sahel chez les Gourma et les Hodh, ainsi qu'au Mali. Parmi les espèces que l'on élève dans ces régions, on retrouve des zébus (les Maures et les Touaregs) pour ce qui concerne les bovins, des moutons et des chèvres du Sahara pour ce qui concerne les petits ruminants, ainsi que des chameaux. On produit ainsi du lait, de la viande et de la laine. La production de lait de bovins, de chèvres et de chamelles est insuffisante et est consommée directement ou en fromages. La viande provient des chèvres et des moutons. Les moutons à poil long produisent de la laine. Ces produits ne constituent aucun surplus vendable.

Système agro-pastoral : Il existe certains systèmes où la production des cultures cohabite avec l'élevage. Selon la prédominance de l'une ou l'autre partie, on peut distinguer les systèmes où l'élevage occupe une place centrale et les systèmes où les cultures sont les plus importantes.

Système de transhumance : Ce système est caractérisé par les allers et retours effectués entre les différents pâturages par les groupes pastoraux ou les communautés à la recherche de terres qui ne leur appartiennent pas. Ce système de déplacement, que l'on appelle transhumance, s'effectue selon des axes préétablis et selon les périodes en cours. La transhumance est une pratique spécifique au Sahel. Elle conduit les éleveurs du sud vers le nord lorsque la saison des pluies commence pour déplacer les troupeaux des zones agricoles ou des zones inondées (c'est le cas pour le delta du Niger). Ils repartent vers le sud lorsque les points d'eau s'assèchent et que les pâtures du nord s'épuisent. C'est pendant la saison sèche que les ressources pour les animaux sont les plus abondantes dans le sud (cours d'eau, pâtures nouvelles après que les inondations se retirent, herbe pérenne, cultures, sous-produits et résidus).

▪ **Santé des animaux**

La situation concernant la santé des animaux du Sahara est préoccupante. Chaque année, il y a au moins une épidémie qui dévaste les troupeaux. En général, beaucoup d'animaux meurent avant que tous les acteurs concernés n'aient eu le temps d'apprendre la nouvelle. Toutefois, on remarque un effort de la part des gouvernements pour lancer des campagnes de vaccination contre les maladies les plus dangereuses chaque année. Néanmoins, les prix élevés des vaccins conduisent bon nombre d'éleveurs à se replier sur des traitements par les plantes pour soigner leur troupeau.

▪ **Nutrition et santé de l'Homme**

La plupart des nutritionnistes s'accordent sur l'importance de la consommation de viande pour les calories qu'elle contient. Manger de la viande est essentiel à la croissance des enfants. La viande leur apporte de l'énergie et leur permet de se rétablir vite à la suite d'une infection. Il s'agit d'une source importante de protéines vitales pour l'organisme. En plus de ces protéines, la viande apporte de précieux nutriments comme le fer, le zinc et les vitamines.

Le corps a besoin de protéines pour développer des muscles, des os et une peau saine, ainsi que pour produire des hormones et pour synthétiser les vitamines. La viande contient du fer hémique qui est plus facile à absorber que le fer contenu dans les légumes et les légumineuses. Le zinc aide le système immunitaire à fonctionner correctement, tandis que les vitamines B régulent le système nerveux et créent de l'énergie.

▪ **Consommation de viande et santé**

Comme dans toutes les régions islamiques, le taux de consommation de viande est élevé dans les régions sahariennes. Une famille sénégalaise mange en moyenne un repas constitué de viande par semaine. Ce taux est bénéfique à la fois pour leur santé et pour l'environnement. Des études ont démontré que réduire la consommation de viande permettrait de libérer plus d'un million de kilomètres carrés de terre cultivable et 27 millions de kilomètres carrés de pâturages, qui pourraient alors être utilisés pour fixer une grande quantité de carbone au fur et à mesure que la végétation repousse. Un apport normal et équilibré en viande réduit les risques d'obésité et d'attaque cardiaque provoqués par des taux de graisse trop élevés dans l'organisme.

▪ **Liens utiles**

- Livestock and region market in the Sahel and West Africa
<http://www.oecd.org/dataoecd/10/8/41848366.pdf>
- Human and animal health in nomadic pastoralist communities of Chad: zoonoses, morbidity and health services
http://edoc.unibas.ch/57/1/DissB_6478.pdf
- Nicholson Sharon E., Sahel, West Africa,
dweb.met.fsu.edu/people/nicholson/papers/sahel95.pdf, Florida State University, Academic Press, Inc., 1995.
- Richerson, Pastoral Societies, UC Davis,
<http://www.des.ucdavis.edu/faculty/Richerson/BooksOnline/He5-95.pdf>

LES PRATIQUES DE PÊCHE

Tout le long des littoraux de l'Afrique de l'ouest, on remarque inévitablement les canoës des pêcheurs artisanaux. En effet, pour de nombreux villages, la pêche est la seule activité économique capable d'offrir des emplois décents. Cette activité continue donc à attirer les personnes à la recherche d'une situation correcte. Les pêcheurs se regroupent généralement en communauté du fait de leur intérêt commun, communautés qui sont à l'origine de la création des villages traditionnels sur les côtes.

▪ **La qualité liée à la présence et à la santé des poissons**

Dernièrement, la présence des poissons sur les côtes du Sahel s'est considérablement réduite. Cette situation s'est ajoutée à la surpêche, ce qui a eu un impact très négatif sur la santé des espèces. Certaines espèces tendent à disparaître des lieux de pêche de cette région du fait de l'industrialisation et de la surexploitation qui sont responsables de nouvelles sortes d'infections.

▪ **Surpêche et gestion des stocks**

Afin de préserver les écosystèmes marins, les pêcheurs doivent observer quelques règles basiques. Par exemple, avoir trop de poisson dans un panier sans savoir comment les stocker pour les utiliser ensuite est une pratique contre-productive. La surpêche est l'un des problèmes majeurs des villages de pêcheurs qui ne dispose pas de la technologie nécessaire pour congeler la production qui n'a pas été vendue.

Afin de remédier aux problèmes de conservation, les femmes ont développé des techniques pour transformer le poisson. Au Sénégal, la technique la plus répandue consiste à faire griller le poisson pour ensuite le faire sécher pendant au moins trois jours au soleil. Le produit qui en résulte est appelé « keccax » et peut être conservé pendant trois mois sans aucun soucis. Une autre technique connue sous le nom de « geji », consiste à nettoyer le poisson, à l'enduire de sel et à le faire sécher au soleil pendant deux ou trois jours. Comme le « keccax », le produit ainsi créé peut être utilisé trois mois plus tard.

Cependant, le dilemme de la surpêche ne vient pas des pêcheurs artisanaux mais principalement des chalutiers industriels qui ravage littéralement les écosystèmes. Les dégâts sont considérables et le pire reste que ces navires étrangers prennent tous les poissons des pêcheurs traditionnels. Par conséquent, les pêcheurs artisanaux sont obligés de pêcher en haute mer car la côte n'est plus en mesure de leur fournir assez de poisson.

- **Les stratégies de pêche**

L'industrialisation du secteur de la pêche est nuisible aux pêcheurs traditionnels qui ont de plus en plus de mal à répondre à la demande de leurs consommateurs. Cependant le gouvernement du Sénégal essaie d'introduire de nouvelles réformes pour que la pêche artisanale survive et se développe durablement. Jusqu'à maintenant, ce secteur n'avait pas encore été soumis à des régulations strictes : aucune taxe n'ait payée et aucun permis n'est demandé. Toutefois, selon un article de la BBC¹ (paru à la suite d'une conférence qui s'est tenue sur quatre jours au Nigeria pour discuter de ce problème), le gouvernement du Sénégal essaie de résoudre cette question en introduisant un système fiscal. Le gouvernement essaie alors de trouver un moyen de restreindre le nombre grandissant de canoës, bien qu'aucune déclaration n'ait encore été faite.

- **Nutrition / santé de l'Homme**

La pêche occupe une part importante dans notre nutrition. Le poisson est l'aliment le plus consommé dans les sociétés sub-sahariennes. Cela est dû au fait que cette ressource soit disponible et également aux nutriments que le poisson apporte à notre organisme. Le poisson est une excellente source de protéines de bonne qualité. Les poissons ont une faible teneur en graisse, particulièrement en cholestérol et en graisses saturées. Ils sont riches en calcium, surtout les petits poissons consommés entiers avec les arêtes. Le poisson en conserve est très riche en calcium car il s'assouplit pendant la transformation. De plus, les poissons de mer sont une source d'iode. Ils contiennent peu de sodium et beaucoup de potassium.

- **Absorption de la pollution et niveau de mercure**

Les usines situées le long des côtes rejettent leurs déchets à la mer et puisque les côtes n'offrent plus suffisamment de poissons au marché, les pêcheurs sont obligés d'aller en haute mer pour déployer leurs filets. Après que la pollution des usines a rejoint la mer, les poissons véhiculent ces déchets et les transfèrent aux hommes par la chaîne alimentaire. Presque tous les poissons contiennent des traces de mercure qui s'échappe des fumées industrielles et qui s'accumule dans les cours d'eau et les océans pour se transformer ensuite en méthylemercure dans l'eau. Cette transformation est nocive pour les enfants. Les poissons absorbent le méthylemercure lorsqu'ils se nourrissent dans les eaux polluées et cet élément s'accumule dans leur corps. Cette accumulation varie en fonction des différents types de poissons et de coquillages selon leur alimentation.

¹ <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/4182972.stm>

- **Poisson et femme enceinte**

La plupart des gens ne considère pas le risque d'ingestion de mercure en mangeant du poisson comme une préoccupation sanitaire majeure. Pourtant, certains poissons contiennent un niveau de mercure pouvant nuire aux nourrissons et aux enfants qui développent leur système nerveux. Les risques du mercure liés à la consommation de poisson dépendent des quantités consommées. C'est pourquoi certains poissons sont à éviter pour les femmes enceintes. Les requins, les espadons et les tiles, par exemple, contiennent des hauts taux de mercure et sont donc déconseillés aux femmes enceintes.

BIBLIOGRAPHIE

- AATF (2006). [Empowering African farmers to eradicate Striga from maize croplands](#). The African Agricultural Technology Foundation. Nairobi, Kenya. [Accessed 12th June 2012]
- Baier, A., (2005). Organic Certification Process. [National Sustainable Agriculture Information Service](#). [Accessed 21 March 2012]
- Benkimoun Paul, [Dans le Nordeste brésilien, des garçons au pénis atrophié pour cause de pesticides](#), Le Monde, 18 May 2012, [Accessed 29 July 2012]
- Boland, J., Koomen, I., van Lidth de Jeude, J., Oudejans, J., Agromisa Foundation, Wageningen, 2004. [Agrodok 29 Pesticides: compounds, use and hazards](#). [Accessed 12th June 2012]
- Brunella Christophe, [Pesticides et malformations génitales des fils d'agriculteurs](#), Novethic, 7 March 2005, [Accessed 29 July 2012]
- Choudhury, K., Jansen, L. J. M., (1999). *Chapter 7. Land in an agricultural, pastoral and forestry context*. [Online] Available at: www.fao.org/DOCREP/005/X2038E/x2038e0b.htm. [Accessed 20 March 2012]
- Choudhury, K., Jansen, L. J. M., (1999). Chapter 7. [Land in an agricultural, pastoral and forestry context](#). [Accessed 19 March 2012]
- De Groot, Inge, (2004). Agromisa Foundation, Wageningen, 2004. *Agrodok 18. Protection of stored cereal grains and pulses*. [Online] Available at: www.agromisa.org/displayblob.php?256. [Accessed 20 March 2012]
- De Groot, Inge, (2004). Agromisa Foundation, Wageningen, 2004. [Agrodok 18. Protection of stored cereal grains and pulses](#). [Accessed 20 March 2012]
- Enda Pronat1 (2011). [Food crops grown by organic cotton farmers in West Africa](#) [Accessed 13 July 2012]
- Ensor, J. (2009). *Biodiverse agriculture for a changing climate*. Practical Action The Schumacher Centre for Technology and Development. [Accessed 19 March 2012]
- European Commission (2006). [A project funded under the EU's Research Programme explores properties of the African cereal fonio as a healthy and cheap addition to European diets, while at the same time generating incomes for local producers](#). [Accessed 13 July 2012]
- Eyhorn, F, S.G. Ratter & M. Ramakrishnan (2005) *Organic Cotton Crop Guide; a Manual for Practitioners in the Tropics*. Research Institute for Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland, ISBN 3-906081-67-2.
- Fanou-Fogny N, Koreissi Y, Dossa RAM, Brouwer ID. [Consumption of, and beliefs about fonio \(Digitaria exilis\) in urban area in Mali](#). AJFAND 2009; 9(9): 1927-1944 cited in Fonio (Digitaria exilis) as a staple food in Mali: an approach to upgrade nutritional value, Nadia M.L. Fanou-Fogny, Thesis 22 June 2012. [Accessed 13 July 2012]
- FAO, [Glossary on Organic Agriculture](#)
- FAO (2011). [Save and grow. A policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production](#). [Accessed 12th June 2012]
- FAO (2011) [Produire plus avec moins. Guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de l'agriculture paysanne](#), [Visité le 12 juillet 2012]
- FAO, (1985). *Intercropping*. FAO Soils Bulletin 55. [Online] Available at: www.fao.org/docrep/X5648E/x5648e0m.htm#glossary. [Accessed 20 March 2012]

- FAO, (1996). *Agro-ecological Zoning – Guidelines*. FAO Soils Bulletin 76. [Online] Available at: www.mpl.ird.fr/crea/taller-colombia/FAO/AGLL/pdfdocs/aeze.pdf. [Accessed 20 March 2012]
- FAO, (1999). *What is Agro-biodiversity?* [Online] Available at: www.fao.org/docrep/007/y5609e/y5609e01.htm. [Accessed 20 March 2012]
- FAO/WHO Food Standards Programme, (1999 and modifications). *Guidelines for the Production, Processing, Labelling and Marketing of Organically Produced Foods*. [Accessed 18 March 2012]
- FiBL, Research Institute of Organic Agriculture, Switzerland (2011). *African Organic Agriculture Training Manual. Soil Fertility Management*. [Online] Available at: www.organic-africa.net/fileadmin/documents-africanmanual/training-manual/chapter-02/Africa_Manual_M02.pdf [Accessed 19 March 2012]
- FiBL, Research Institute of Organic Agriculture, Switzerland (2011). *African Organic Agriculture Training Manual. Conversion to Organic Farming*. [Online] Available at: www.organic-africa.net/fileadmin/documents-africanmanual/training-manual/chapter-08/Africa_Manual_M08.pdf [Accessed 19 March 2012]
- FiBL, Research Institute of Organic Agriculture, Switzerland (2011). *African Organic Agriculture Training Manual. Crop Management*. [Online] Available at: www.organic-africa.net/1303.html [Accessed 19 March 2012]
- FiBL, Research Institute of Organic Agriculture, Switzerland (2005). *Organic Cotton Crop Guide*. Authors: Frank Eyhorn (FiBL), Saro G. Ratter (BioSim), Mahesh Ramakrishnan (ICCOA). [Online] Available at: www.fibl.net/fileadmin/documents/en/development-cooperation/production-systems/cotton-training-manual-text.pdf [Accessed 19 March 2012]
- FiBL (2011): [African Organic Agriculture Training Manual. Version 1.0 June 2011](#). Edited by Gilles Weidmann and Lukas Kilcher. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick. [Accessed 12 July 2012]
- FiBL, Research Institute of Organic Agriculture, Switzerland (2011). [African Organic Agriculture Training Manual. Soil Fertility Management](#). [Accessed 19 March 2012]
- Frison, E. and Sharrock, S. (1999). [The economic, social and nutritional importance of banana in the world](#). In: Picq, C., Foure, E., Frison, E.A (Eds). *Banana and Food Security International Symposium, Douala, Cameroon, 10-14 November, 1998*. [Accessed 12 July 2012]
- Gaspari L, Sampaio DR, Paris F, Audran F, Orsini M, Neto JB, Sultan C., High prevalence of micropenis in 2710 male newborns from an intensive-use pesticide area of Northeastern Brazil, *Int J Androl*. 28 February 2012.
- Hayma, J., (2003). Agromisa Foundation, Wageningen, 2003. Agrodok 31. *The storage of tropical agricultural products*. [Online] Available at: journeytoforever.org/farm_library/AD31.pdf. [Accessed 19 March 2012]
- International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) (2007). *Development of a Regional Organic Agriculture Standard in East Africa 2005-2007*. [Accessed 19 March 2012]
- International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) (2009). *High Sequestration, Low Emission, Food Secure Farming. Organic Agriculture - a Guide to Climate Change & Food Security*. Authored by Robert Jordan, Adrian Müller and Anne Oudes. [Accessed 19 March 2012]
- James, B., Atcha-Ahowé, C., Godonou, I., Baimey, H., Goergen, H., Sikirou, R., and Toko, M. (2010). [Integrated Pest Management in vegetable production: A guide for extension workers in West Africa](#). International Institute for Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria, 120 pp. [Accessed 12th June 2012]

- James, B., Atcha-Ahowé, C., Godonou, I., Baimey, H., Goergen, H., Sikirou, R., and Toko, M. (2010). [Gestion intégrée des nuisibles en production maraîchère: Guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest](#). Institut international d'agriculture tropicale (IITA) Ibadan, Nigeria, 125 pp. [Visité le 12 juillet 2012]
- Khan, Z., Amudavi, D., and Pickett, J. (2008). *Push-Pull Technology Transforms Small Farms in Kenya*. PAN North America Magazine Spring 2008. [Online] Available at: www.push-pull.net/panna.pdf. [Accessed 26 March 2012]
- Office québécois de la langue française, [Le grand dictionnaire terminologique \(GDT\)](#)
- Scheepens, P., Hoevers, R., Agromisa Foundation and CTA, Wageningen (2007). Agromisa, [Agrodok 30 Non-chemical crop protection](#). [Accessed 12th June 2012]
- Scheepens, P., Hoevers, R., Agromisa Foundation and CTA, Wageningen (2007) Agromisa, [Agrodok 30, La protection non chimique des cultures](#), [Visité le 12 juillet 2012]
- Shank Robert, UNDP Emergencies Unit for Ethiopia (1996). Striga: [The parasitic weed and its relation to poverty](#). [Accessed 12th June 2012]
- Senegal (2010). [Research information from infosysplus.org: Organisations and projects in Senegal](#). [Accessed 13 July 2012]
- Stover, R.H. and Simmonds, N.W. (1987) [Bananas. Longman, London cited in Overview of Banana and Plantain](#) (Musa spp.) Improvement in Africa: Past and Future. J. Lorenzen,, A. Tenkouano,, R. Bandyopadhyay, B. Vroh, D. Coyne and L. Tripathi, International Institute of Tropical Agriculture, P.O. Box 7878, Kampala, Uganda, International Institute of Tropical Agriculture, PMB 5320, Ibadan, Nigeria [Accessed 12 July 2012]
- UNCTAD (2003). [Organic Fruit and Vegetables from the Tropics. Market, Certification and Production Information for Producers and International Trading Companies](#). [Accessed 19 March 2012]
- UNCTAD (2008). *Certified organic export production. Implications for economic welfare and gender equity among small-holder farmers in tropical Africa*. [Online] Available at: www.unctad.org/en/docs/ditcted20077_en.pdf. [Accessed 19 March 2012]
- UNCTAD (2003). *Organic Fruit and Vegetables from the Tropics. Market, Certification and Production Information for Producers and International Trading Companies*. [Online] Available at: www.unctad.org/en/docs/ditccom20032_en.pdf. [Accessed 19 March 2012]
- UNEP (2007). *Organic Agriculture in Africa*. [Online] Available at: [www.unep.org/training/programmes/Instructor%20Version/Part_2/Activities/Human Societies/Agriculture/Supplemental/Organic Agriculture in Africa.pdf](http://www.unep.org/training/programmes/Instructor%20Version/Part_2/Activities/Human_Societies/Agriculture/Supplemental/Organic_Agriculture_in_Africa.pdf). [Accessed 21 March 2012]
- UNEP (2007). [Organic Agriculture in Africa](#). [Accessed 21 March 2012]
- USAID, Support For Accelerated Growth And Increased Competitiveness (2008). [Chaîne de Valeur Fonio - Sénégal Analyse et Cadre Stratégique d'Initiatives pour la Croissance de la Filière](#). [Accessed 13 July 2012]
- Vodouhe R.S., Achigan Dako G.E., Dansi A., Adoukonou-Sagbadja H. (2008). [Fonio: A treasure for West Africa. Genetic Resources Multiplication And Utilization](#) [Accessed 13 July 2012]

E-TIC

Avec le soutien de nos partenaires techniques



**EREV
CRESP
Gensen**



Youth and
ICTs_Mali

**Association
Oulad Nagim**



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

Contact :

ICVolontaires
Cases postale 755
1211 Genève 4, Suisse
Tél. +41 22 800 14 36
Fax +41 22 800 14 37
Email : info@icvolontaires.org

