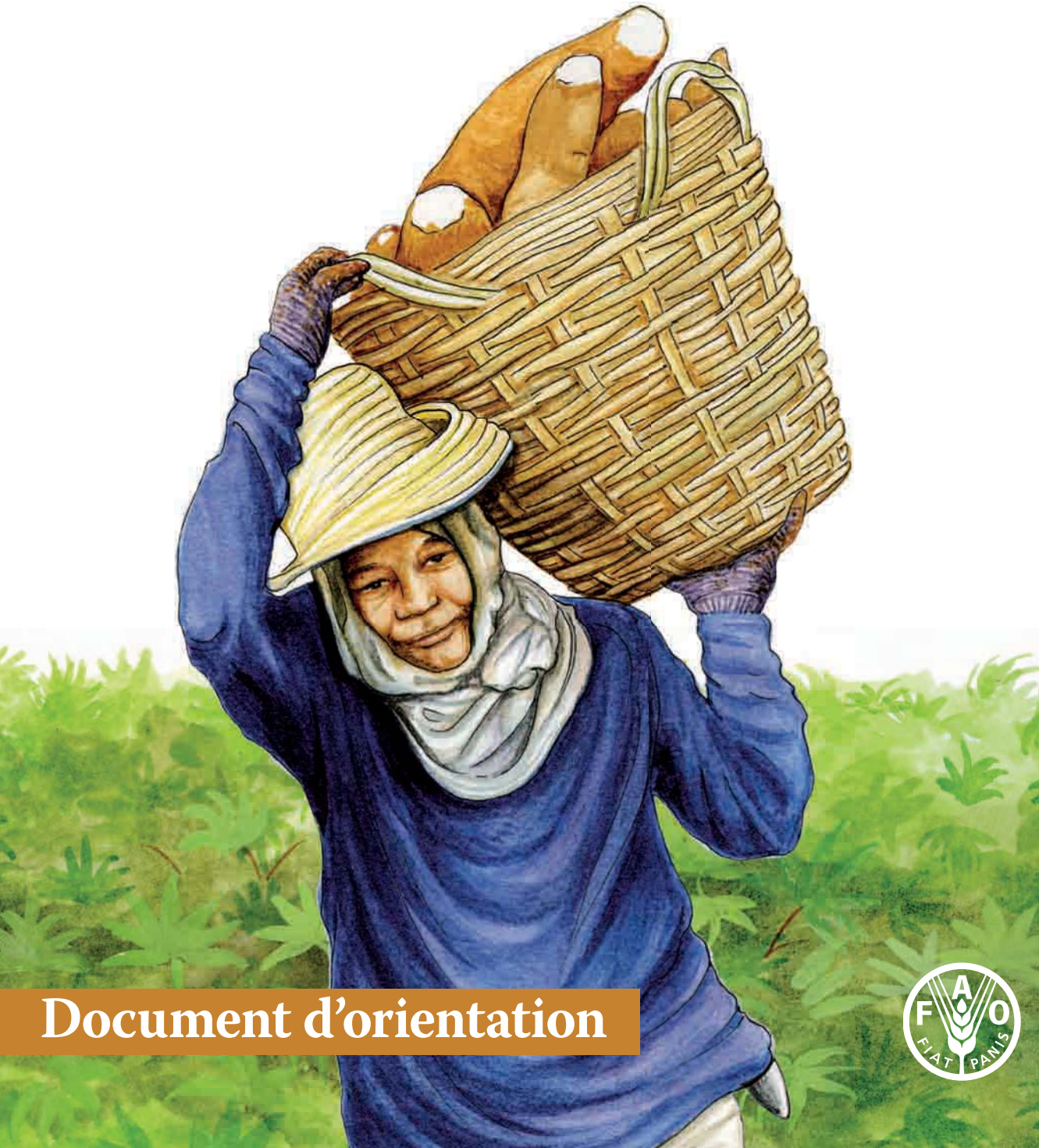
PRODUIRE PLUS AVEC MOINS

Le manioc

GUIDE POUR UNE INTENSIFICATION DURABLE DE LA PRODUCTION

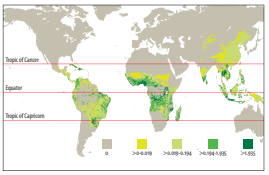


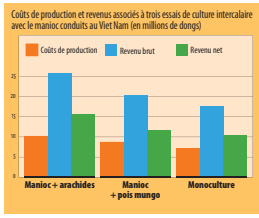
Document d'orientation

L'explosion de la demande en manioc offre aux agriculteurs la possibilité d'intensifier la production et d'améliorer leurs revenus. Mais le passage à une monoculture intensive comporte des risques, notamment la recrudescence des organismes nuisibles et des maladies et l'appauvrissement des sols.

1 Le manioc: une culture du XXIe siècle.

L'«aliment des pauvres» est devenu une culture polyvalente qui apporte une réponse, à la fois aux priorités des pays en développement, aux tendances de l'économie mondiale et au défi posé par le changement climatique. [page 4]





2 Systèmes de production agricole.

Beaucoup de petits producteurs de manioc appliquent déjà trois recommandations essentielles du modèle «Produire plus avec moins»: travail du sol limité ou labour zéro, protection de la surface du sol par une couverture organique et diversification des cultures. [page 6]

3 Variétés et matériel végétal.

Tant que les variétés à haut rendement se heurteront à des problèmes de production et que les planteurs de manioc ne disposeront pas d'un accès fiable à du matériel végétal exempt de maladies, le manioc ne pourra pas libérer tout son potentiel. [page 9]

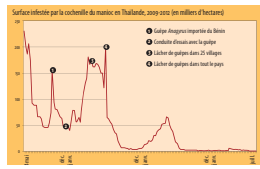
4 Gestion de l'eau.

Une fois planté, le manioc peut pousser dans des régions qui ne reçoivent pas plus de 400 millimètres de pluie par an en

moyenne. Cependant, on peut obtenir des rendements bien plus élevés avec un apport d'eau plus important. [page 11]

L'application du modèle d'agriculture «Produire plus avec moins» de la FAO fondé sur une approche écosystémique permet aux planteurs de manioc d'exploiter pleinement le potentiel du manioc, c'est-à-dire d'obtenir des rendements plus élevés, de lutter contre la pauvreté rurale et de contribuer au développement économique national, tout en évitant les risques inhérents à l'intensification.

5 Nutrition des cultures. Des processus écosystémiques associés à l'emploi judicieux d'engrais minéral constituent la base d'un système de nutrition des cultures durable qui produit plus et consomme moins d'intrants externes. [page 13]



6 Organismes nuisibles et maladies. La protection du manioc par un pesticide est bien souvent inefficace et rarement économique. Plusieurs mesures non chimiques aident les agriculteurs à réduire les pertes et protègent aussi l'écosystème agricole. [page 15]

7 Récolte, opérations après récolte et valeur ajoutée. Aliment pour le ménage, fourrage pour les animaux et matière première d'une large gamme de produits à valeur ajoutée, de la

farine grossière aux gels d'amidon issus de technologies de pointe – le manioc est indéniablement une culture polyvalente. [page 18]

8 Les politiques qui permettent de produire plus avec moins. L'intensification durable de la production de manioc passe par une volonté politique, des investissements, un appui institutionnel et une approche du développement des technologies qui soit en prise sur la demande. [page 20]

9 Laisser les agriculteurs décider. Pour intégrer la gestion durable des ressources naturelles dans les systèmes de production des petits exploitants agricoles, il faudra que la recherche et la vulgarisation abandonnent l'«enseignement» au profit de l'«apprentissage». [page 22]

1. Le manioc: une culture du XXIe siècle

L'«aliment des pauvres» est devenu une culture polyvalente qui apporte une réponse, à la fois aux priorités des pays en développement, aux tendances de l'économie mondiale et au défi posé par le changement climatique.

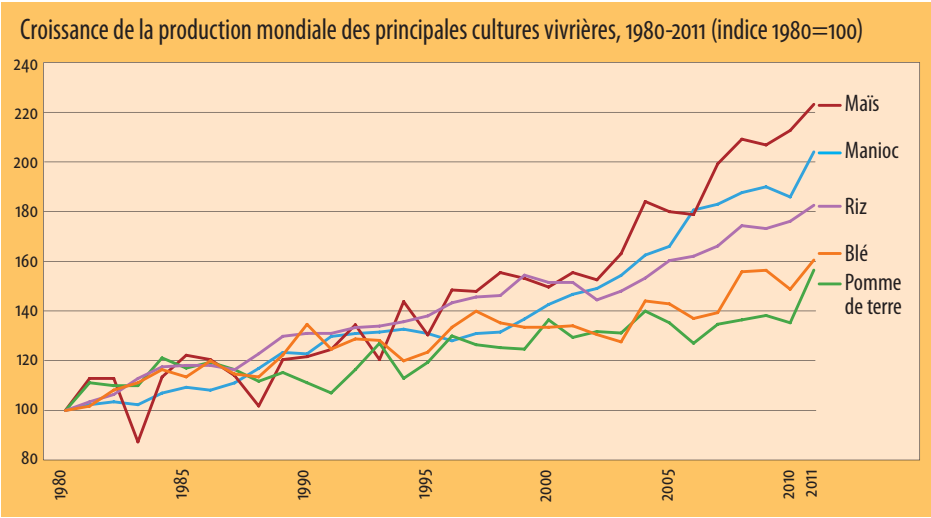
Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est cultivé par les petits exploitants agricoles, dans plus de 100 pays tropicaux et subtropicaux. Il utilise l'eau et les éléments nutritifs du sol avec efficience et est tolérant à la sécheresse et aux attaques sporadiques de ravageurs, ce qui lui permet de produire des rendements raisonnables avec un apport d'intrants limité voire nul, dans les zones où les sols sont peu fertiles et les précipitations imprévisibles.

Les racines (ou tubercules) de manioc, qui sont très riches en glucides, constituent une source d'énergie alimentaire importante. Elles peuvent être consommées à l'état frais après cuisson, être transformées en divers produits alimentaires ou servir à nourrir les animaux. L'amidon de racine de manioc est employé dans des branches d'activité très variées, depuis les secteurs alimentaires et pharmaceutiques jusqu'à la fabrication de contreplaqué, de papier et de bioéthanol. Dans certains pays, le manioc est aussi cultivé pour ses feuilles, dont la teneur en protéines peut atteindre 25 pour cent.

Parmi les grandes cultures vivrières du monde, le manioc a longtemps été considéré comme la culture se prêtant le moins à l'intensification. L'approche de l'intensification promue par la Révolution verte – à savoir, utilisation de variétés végétales génétiquement uniformes, travail du sol intensif, irrigation et apport d'engrais et de pesticides – s'est avérée peu adaptée au manioc dans les zones d'agriculture pluviale.

Mais l'importance du manioc s'est considérablement renforcée. Selon les estimations de la FAO, en 2012, la récolte mondiale s'est élevée à plus de 280 millions de tonnes, ce qui représente une augmentation de 60 pour cent par rapport à 2000. Au cours de la dernière décennie, les rendements moyens mondiaux ont progressé de près de 1,8 pour cent par an pour atteindre 12,8 tonnes à l'hectare. Avec une meilleure gestion des cultures et du sol et des variétés à rendement élevé plus résistantes à la

Cultivé presque exclusivement par de petits exploitants agricoles à faible revenu, le manioc est l'une des rares cultures vivrières que l'on peut produire avec efficience à petite échelle.



Entre 1980 et 2011, la production mondiale de manioc a plus que doublé, passant de 124 millions de tonnes à 252 millions de tonnes. Seul le maïs enregistre une croissance plus rapide.

sécheresse, aux organismes nuisibles et aux maladies, le manioc pourrait produire un rendement moyen estimé à 23,2 tonnes de tubercules.

La croissance de la production de manioc devrait s'accélérer pendant la décennie actuelle. Longtemps considéré comme l'«aliment des pauvres», le manioc est devenu une culture polyvalente pour le XXIe siècle – une culture qui apporte une réponse, à la fois aux priorités des pays en développement, aux tendances de l'économie mondiale et au défi posé par le changement climatique. En résumé:

- *Développement rural.* Dans les pays tropicaux, les responsables politiques reconnaissent le formidable potentiel du manioc, en tant que moteur du développement industriel et source de revenus, en milieu rural.
- *Sécurité alimentaire urbaine.* La hausse des prix des céréales, qui a déclenché l'inflation des cours mondiaux des denrées alimentaires en 2008, sera un facteur majeur de l'augmentation de la production.
- *Substitut des importations.* Dans le pain, la farine de manioc produite localement peut remplacer partiellement la farine de blé.
- *Énergie renouvelable.* La demande en manioc, en tant que source de bioéthanol, augmente rapidement. La production mondiale de bioéthanol pourrait atteindre 155 milliards de litres d'ici à 2020.
- *Nouveaux usages industriels.* Le manioc est la deuxième source d'amidon après le maïs. Des mutations récentes du manioc permettent d'obtenir à partir des racines un amidon très recherché par le secteur industriel.
- *Adaptation au changement climatique.* Parmi les principales cultures vivrières produites en Afrique, le manioc devrait être la culture qui souffrira le moins des conditions climatiques prévues en 2030.

Avec l'augmentation de la demande sur les marchés, il est probable que l'on observera un développement sensible de la monoculture de manioc sur des surfaces plus étendues, une adoption généralisée des génotypes à rendement élevé et un recours plus fréquent à l'irrigation et aux produits agrochimiques. La monoculture intensive peut simplifier la gestion et, dans un premier temps, favoriser l'amélioration des rendements. Cependant, on sait par expérience qu'elle favorise aussi la prévalence des organismes nuisibles et des maladies et accélère l'épuisement des réserves d'éléments nutritifs présentes dans le sol.

Lorsqu'ils promeuvent les programmes d'intensification de la production de

manioc, les responsables politiques ne devraient pas oublier les leçons données par le saut quantitatif de la production céréalière mondiale: des décennies de culture intensive ont épuisé les ressources naturelles de nombreux écosystèmes agricoles, compromis la productivité future de ces derniers et contribué à l'émission de gaz à effet de serre responsable du changement climatique. L'application du même modèle à la production de manioc comporte des risques similaires.

Le modèle écosystémique de la FAO «Produire plus avec moins» pour l'intensification de la production agricole consiste à rendre la Révolution verte «plus écologique», par les moyens suivants: utilisation de pratiques qui préservent la santé du sol, culture d'un large éventail d'espèces et de variétés végétales, soit en association, soit en rotation, soit successivement, emploi de variétés à haut rendement adaptées et de semences de qualité, gestion efficiente de l'eau pour produire plus par unité de quantité d'eau et recours à la protection intégrée pour lutter contre les ravageurs.

Ce document montre comment on peut appliquer les principes du modèle «Produire plus avec moins» à l'intensification de la production de manioc. S'ils suivent ce modèle, les pays en développement peuvent exploiter pleinement le potentiel du manioc, c'est-à-dire obtenir des rendements plus élevés, lutter contre la pauvreté rurale et contribuer au développement économique national, tout en évitant les risques inhérents à l'intensification.

2. Systèmes de production agricole

Beaucoup de petits producteurs de manioc appliquent déjà trois recommandations essentielles du modèle «Produire plus avec moins»: travail du sol limité ou labour zéro, protection de la surface du sol par une couverture organique et diversification des cultures.

Le modèle d'agriculture de la FAO «Produire plus avec moins» vise à limiter le bouleversement mécanique du sol, en réduisant autant que possible le labour, le hersage et le binage. Le travail du sol conventionnel, pratiqué en continu avec des charrues, des herses et des charrues rotatives montées sur tracteur, contribue à enfouir la couverture protectrice du sol, à tuer la faune et la flore du sol, à provoquer une décomposition rapide de la matière organique et à dégrader la structure du sol en pulvérisant les agrégats.

Les rendements des cultures dépendent non du travail du sol mais des conditions de ce dernier. Les boutures de manioc peuvent être plantées, et produire de bons rendements, dans des sols qui n'ont pas été travaillés, sous réserve que les sols soient sains, bien structurés et non compactés. Si l'on ne travaille pas le sol, les rendements du manioc sur des sols dégradés peuvent être plus bas les premières années. Sur le long terme, cependant, le fait de ne pas travailler le sol – ce qui réduit la minéralisation, l'érosion et les pertes en eau et favorise la formation de matière organique, le maintien de la stabilité des agrégats et le drainage interne des sols – permet aux racines de fonctionner à plein. Une fois que la santé du sol est rétablie, la terre non travaillée peut produire des rendements élevés, et ce à moindre coût – tant pour l'agriculteur que pour les ressources naturelles qui servent de base au système de production agricole.

Les planteurs de manioc devraient être encouragés à adopter le travail minimal du sol et, idéalement, le labour zéro, en particulier sur les sols friables présentant un bon degré d'agrégation et une teneur suffisante en matière organique. Même lorsqu'elle produit des rendements plus faibles, l'agriculture de conservation offre des avantages économiques aux agriculteurs: moins de dépenses consacrées au carburant et au matériel requis pour le travail du sol conventionnel et possibilité de produire du manioc de manière plus intensive et durable sans être obligé d'apporter de grandes quantités d'intrants externes.

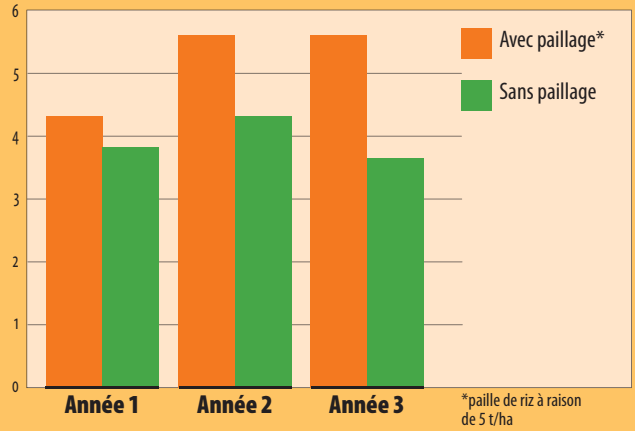
Dans les zones productrices de manioc touchées par le changement climatique, le travail du sol limité et le labour zéro pourront aussi remplacer avantageusement le travail du sol conventionnel. En effet, là où les précipitations diminueront, ces techniques favoriseront la conservation de l'humidité du sol, tandis que là où les précipitations augmenteront, les mêmes techniques contribueront à freiner l'érosion du sol et à améliorer la structure de ce dernier, ce qui permettra un meilleur drainage interne.

Parallèlement au travail du sol limité ou au labour zéro, la FAO recommande de maintenir sur le sol une couverture organique, composée de résidus des cultures et de paillis, afin de protéger la surface, de réduire le ruissellement et l'érosion et d'empêcher la croissance des adventices.

La couverture du sol est particulièrement importante dans la culture du manioc, car la croissance initiale de la plante est lente, le sol est directement exposé à l'impact de la pluie pendant les deux à trois premiers mois du cycle de croissance et l'écartement important des plants est propice à l'apparition d'adventices. Les légumineuses à croissance rapide assurent un désherbage moins pénible que le désherbage manuel et moins coûteux que la pulvérisation d'herbicides, car elles étouffent beaucoup des adventices indésirables qui prolifèrent normalement pendant le développement des plants de manioc et après la récolte.

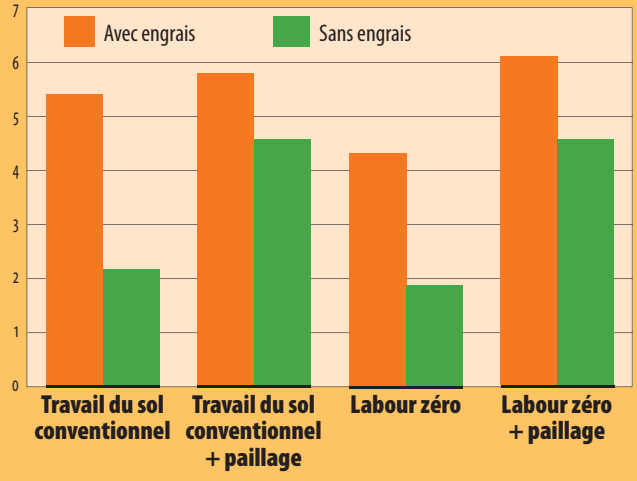
Le paillis sert aussi de couche isolante, en réduisant les incidences de la variation de température diurne et l'évaporation de l'eau. Il favorise la formation de matière organique dans le sol et crée un environnement favorable pour les micro-organismes

Incidences du paillage sur le rendement en tubercules secs du manioc tardif, en République démocratique du Congo (t/ha)



Parce qu'il améliore les conditions physiques du sol, le paillage fait grimper les rendements (voir ci-dessus). Le paillage aide les agriculteurs à bénéficier de tous les avantages du labour zéro (voir ci-dessous).

Variation du rendement du manioc en fonction du paillage de surface, de l'apport d'engrais et du travail du sol, en Colombie (t/ha)



En Thaïlande, les cultures intercalaires de manioc et de niébé produisent généralement des rendements en tubercules plus faibles mais suffisamment de fourrage pour que le revenu net soit plus élevé.

du sol et la faune souterraine. Le paillage qui améliore les conditions physiques du sol – réduction des températures dans le sol, accroissement de la teneur en eau, augmentation de la capacité d'infiltration de l'eau et réduction de l'évaporation – contribue à faire grimper les rendements.

Dans le modèle «Produire plus avec moins», les agriculteurs sont encouragés à cultiver, soit en association, soit en rotation, soit successivement, un plus large éventail d'espèces végétales, qui peut englober des arbres, des arbustes et des plantes fourragères. La polyculture diversifie la production, ce qui aide les exploitants à réduire les risques, à répondre à l'évolution de la demande du marché et à s'adapter aux chocs externes, notamment le changement climatique. Le fait de produire, en rotation ou en association, des cultures qui utilisent les éléments nutritifs et des légumineuses qui enrichissent le sol, ou bien des cultures à enracinement superficiel et des cultures a enracinement profond, favorise la conservation de la fertilité du sol et la productivité des cultures et interrompt la transmission des organismes nuisibles et des maladies propres à certaines cultures.

Dans de nombreuses régions tropicales, les petits producteurs de manioc plantent des cultures intercalaires à maturation précoce, telles que le maïs, le riz de montagne et diverses légumineuses à grains. Les cultures intercalaires protègent le sol de l'impact direct de la pluie, limitent l'érosion du sol et freinent la croissance des adventices. En outre, ces cultures peuvent être récoltées à d'autres moments de l'année, accroître le revenu net global par unité de surface et réduire le risque de perte totale de la récolte. En outre, la culture de manioc et de légumineuses à cycle court fournit à la fois des glucides et des protéines, ce qui constitue la base d'un régime alimentaire sain pour le ménage agricole.

Dans les zones marginales où il est la culture principale, le manioc peut être cultivé en rotation avec des légumineuses à grains, telles que les arachides, les haricots mungo, le niébé et le soja, qui fixent l'azote atmosphérique et le mettent à la disposition de la culture de manioc suivante. La culture alternée de manioc et de niébé améliore la fertilité du sol, au point que l'on peut réduire l'apport d'engrais minéral sans faire baisser le rendement.

3. Variétés et matériel végétal

Tant que les variétés à haut rendement se heurteront à des problèmes de production et que les planteurs de manioc ne disposeront pas d'un accès fiable à du matériel végétal exempt de maladies, le manioc ne pourra pas libérer tout son potentiel.

Le réservoir de gènes du manioc se compose des espèces cultivées *Manihot esculenta* et d'une centaine d'espèces sauvages. Les espèces sauvages apparentées et les variétés locales traditionnelles constituent la principale source de gènes et de combinaisons de gènes pour la création de nouvelles variétés.

Les spécialistes en biotechnologies et les sélectionneurs moléculaires ont utilisé les échantillons de manioc conservés dans les banques de gènes pour identifier les gènes qui contrôlent des caractères spécifiques. Avec la baisse des coûts de la biologie moléculaire et des biotechnologies, le moment est venu de s'atteler à la description de la diversité génétique du manioc, à l'échelle du génome, et de combler les lacunes dans les collections de matériel génétique avant qu'une précieuse diversité ne soit perdue.

Les espèces sauvages apparentées au manioc pourraient contribuer de manière non négligeable à la sélection de variétés se prêtant à une intensification à faible apport d'intrants. Malheureusement, les espèces *Manihot* sauvages ont été rarement mises en collection et sont menacées dans beaucoup de leurs habitats naturels. Il est urgent de prendre des mesures pour créer des collections *in situ* des espèces *Manihot* sauvages.

Il est nécessaire d'harmoniser les données relatives aux échantillons conservés dans les banques de gènes et de générer et diffuser les données avec plus d'efficience, si l'on veut faciliter l'acquisition de matériel génétique susceptible d'être utilisé pour compléter les variations héréditaires localement disponibles, aux fins de l'amélioration génétique du manioc. Par le biais du Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, la FAO peut fournir une plate-forme neutre de coopération, propice à la création de synergies.

Au cours des 30 dernières années, la sélection de variétés à haut rendement présentant une résistance ou une tolérance aux agressions biotiques et abiotiques a contribué à une amélioration notable des rendements du manioc. Le Centre international d'agriculture tropicale (CIAT) a produit des clones résistants à la bactériose du manioc et aux insectes ravageurs et tolérants à la pourriture des racines. En Afrique, l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) a produit des variétés améliorées caractérisées notamment par leur résistance à la mosaïque du manioc et aux acariens verts.

Avec les menaces que le changement climatique fait peser sur l'agriculture dans beaucoup de parties du monde, la sélection va porter de plus en plus sur «l'empilage» de multiples caractéristiques dans des variétés d'élite. Une plus grande attention devrait aussi être accordée au développement de variétés localement adaptées, capables de produire de très bons rendements pour une série d'usages finaux et

Les racines de manioc sont coniques, cylindriques ou irrégulières et de couleur crème, jaune ou marron clair à marron foncé.

Les feuilles des plants de manioc comptent de 3 à 11 lobes lisses ou enroulés et sont disposées en spirale autour de la tige.

peu exigeantes en produits agrochimiques ou irrigation.

On devrait encourager l'intégration des résultats des activités de présélection du CIAT et de l'IITA dans les programmes de sélection nationaux qui utilisent les variétés locales et les autres génotypes favoris des agriculteurs, en tant que parents. Jusqu'ici, l'accent a été mis sur l'évaluation des lignées aux fins d'une adaptation de large portée; ces travaux doivent maintenant être complétés par l'introgression de caractéristiques provenant du matériel localement adapté.

La participation des planteurs aux essais variétaux et à la définition des critères de sélection doit devenir une étape essentielle de la mise au point de nouvelles variétés. Les critères définis par les exploitants agricoles doivent être pris en compte à tous les stades de la sélection et les essais réalisés dans leurs champs devraient commencer le plus tôt possible dans le processus de sélection.

La disponibilité et l'utilisation de matériel végétal de qualité, propre à garantir la pureté génétique et exempt de maladies et d'agents pathogènes, sont cruciales pour l'intensification de la production de manioc. Des protocoles ont été mis au point pour la multiplication rapide du manioc, mais rares sont les pays qui disposent d'un système semencier officiel pour cette culture.

Les boutures issues de plants sains et exempts d'organismes nuisibles et de maladies poussent mieux et produisent des rendements en tubercules plus élevés.

Faute de tels systèmes, les programmes de développement de la culture du manioc en Afrique adoptent une approche communautaire à trois niveaux pour assurer une multiplication rapide. Au niveau supérieur, le matériel produit par les sélectionneurs est multiplié dans des centres de recherche et des exploitations publiques pour produire du matériel végétal de base propre et sain. Au deuxième niveau, la poursuite de la multiplication est assurée dans des exploitations souvent gérées par des groupements d'agriculteurs et des ONG. Le matériel certifié est ensuite distribué aux sites de multiplication tertiaires situés dans les zones de plantation.

Partout ailleurs, l'utilisation de matériel végétal de mauvaise qualité demeure l'une des causes majeures de la faiblesse des rendements. Les agriculteurs peuvent contribuer à améliorer la situation en adoptant des pratiques agronomiques améliorées. Ils devraient couper les tiges destinées à fournir les boutures sur des plants vigoureux ne montrant aucun symptôme d'attaques de ravageurs ou de maladies. Les tiges doivent être stockées en position verticale, à l'ombre, leur base reposant sur de la terre ameublie à la houe et régulièrement arrosée. Les boutures coupées à partir des tiges devraient mesurer quelque 20 cm de longueur, compter 5 à 7 nœuds et être mises à tremper de 5 à 10 minutes dans de l'eau chaude pour tuer les ravageurs ou les agents pathogènes qui pourraient être présents.

Les planteurs peuvent accroître leur future récolte de manioc en ne coupant des boutures que sur des plants à haut rendement bien fertilisés. Ces pratiques très simples contribueront à améliorer notablement la production, en particulier pour les variétés traditionnelles qui peuvent être sensibles aux organismes nuisibles et aux maladies.

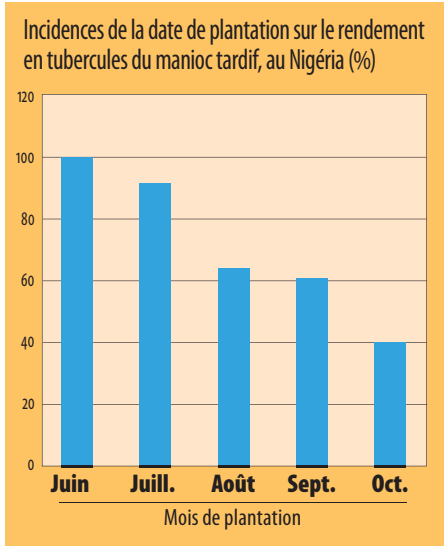
4. Gestion de l'eau

Une fois planté, le manioc peut pousser dans des régions qui ne reçoivent pas plus de 400 millimètres de pluie par an en moyenne. Cependant, on peut obtenir des rendements bien plus élevés avec un apport d'eau plus important.

Le manioc peut supporter des périodes de sécheresse mais est très sensible au déficit hydrique dans le sol pendant les trois premiers mois qui suivent sa plantation. Tout stress hydrique subi à n'importe quel moment de cette période initiale entraîne une réduction sensible de la croissance des racines et des parties aériennes et compromet par la suite le développement des tubercules.

Une fois planté, le manioc peut pousser dans des régions qui ne reçoivent pas plus de 400 millimètres de pluie par an en moyenne. Cependant, on peut obtenir des rendements plus élevés avec un apport d'eau beaucoup plus important. Des recherches conduites en Thaïlande indiquent que les rendements en tubercules les plus élevés sont corrélés à une quantité totale de précipitations de quelque 1 700 mm pendant la période qui s'étend du quatrième au onzième mois après la plantation. En outre, le manioc réagit bien à l'irrigation. Lors d'essais au Nigéria, les rendements en tubercules ont été multipliés par six lorsque l'irrigation au goutte-à-goutte d'appoint a apporté une quantité d'eau égale aux précipitations de saison.

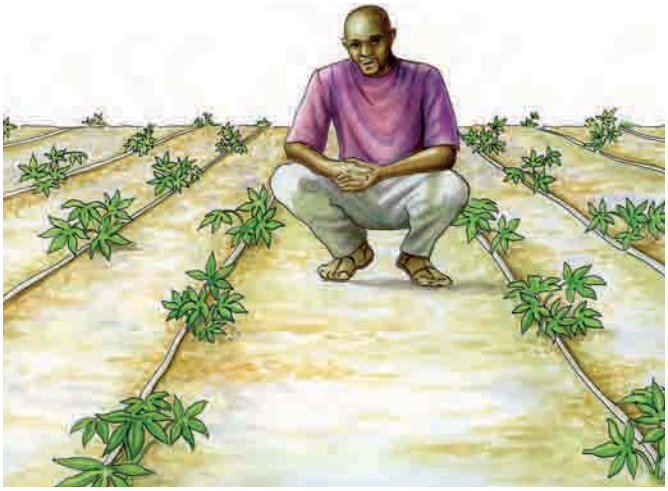
Dans la plupart des parties du monde, le manioc est presque exclusivement une culture pluviale. Dans les zones où il n'y a qu'une seule saison des pluies annuelle, les producteurs plantent généralement le manioc dès les premières pluies. En effet, tout retard peut entraîner une baisse spectaculaire du rendement. Dans les zones caractérisées par deux saisons des pluies annuelles relativement brèves, le manioc peut être planté au début ou au milieu de l'une de ces deux saisons et être récolté après 10 à 14 mois, de préférence pendant la saison sèche.



Dans le sud du Nigéria, les rendements peuvent subir une réduction drastique, allant jusqu'à 60 pour cent, lorsque la plantation est repoussée après le mois de juin.

La plantation en début de saison des pluies produit généralement les rendements les plus élevés parce que les plants trouvent suffisamment d'eau dans le sol pendant la phase la plus critique de leur cycle de croissance. Cependant, les recherches ont montré que les rendements pouvaient varier en fonction de la variété plantée, du type de sol, de l'âge de la plante à la récolte et de l'intensité et de la distribution des précipitations pendant une année donnée.

Pour la production pluviale, les méthodes de plantation doivent être adaptées à la teneur en humidité des sols. Quand le sol n'est pas bien drainé et trop humide en raison de fortes pluies, il est conseillé de planter les boutures au sommet de billons ou de buttes pour maintenir les racines au-dessus de l'eau stagnante.



Avec l'irrigation au goutte-à-goutte, les chercheurs ont fait passer les rendements en tubercules de 4,6 tonnes à 28 tonnes à l'hectare.

Cependant, lorsque le manioc est planté pendant les saisons sèches, les taux de pousse et de survie sont beaucoup plus élevés si les boutures sont plantées sur un terrain plat, parce que la teneur en humidité est légèrement plus élevée dans le sol de surface. Les boutures devraient être plantées à faible profondeur, soit 5 à 10 cm, dans les sols lourds et humides, mais un peu plus profondément dans les sols secs et légers pour éviter la chaleur et le manque d'eau qui règnent en surface.

Si les premières pluies sont intenses, le risque d'engorgement est plus élevé dans les sols peu profonds et dans les sols mal drainés qui ont été compactés par du matériel de travail du sol trop pesant. Le labour zéro atténue le risque d'engorgement car il améliore le drainage interne. Lorsqu'un travail du sol est effectué, il faut veiller à ce que le sol ne soit ni trop sec ni trop humide pendant la préparation. Si nécessaire, on peut utiliser une sous-soleuse pour fragmenter la «semelle» compactée.

La plantation en fin, plutôt qu'en début, de saison des pluies entraîne généralement des rendements plus faibles mais n'est pas sans présenter quelques avantages: moins de compétition des adventices et – si la récolte est effectuée en contre-saison – possibilité d'obtenir des prix plus intéressants sur le marché. Un autre avantage de la plantation tardive du manioc est qu'elle ne coïncide pas avec les autres grandes activités agricoles et qu'il y a donc moins de compétition au niveau de la main-d'œuvre.

Le manioc réagit de manière positive à l'irrigation d'appoint pendant les périodes non pluvieuses. Des recherches conduites en Inde ont montré que, pendant les périodes de sécheresse, les rendements augmentaient en même temps que les quantités d'eau fournies par l'irrigation de surface. L'irrigation complète, soit l'apport de 100 pour cent des besoins en eau de la culture, a multiplié par deux le rendement en tubercules obtenu sans irrigation.

L'irrigation au goutte-à-goutte est plus efficiente: elle fournit fréquemment de petites quantités d'eau, ce qui économise l'eau mais maintient le degré d'humidité du sol à un niveau propice à la croissance de la culture. Lors d'essais conduits en Inde, l'irrigation au goutte-à-goutte a produit quasiment le même rendement en tubercules que l'irrigation par submersion – environ 60 tonnes à l'hectare – mais avec 50 pour cent d'eau en moins. Quand la quantité d'eau apportée par l'irrigation au goutte-à-goutte était égale à la quantité fournie en irrigation par submersion, le rendement continuait à progresser sensiblement, pour atteindre 67,3 tonnes à l'hectare.

Des essais conduits dans le sud-ouest du Nigéria ont donné des résultats similaires. Sur des parcelles bénéficiant d'une irrigation au goutte-à-goutte d'appoint, les rendements progressaient fortement avec l'augmentation des quantités d'eau apportées. Aux faibles niveaux d'apport d'eau, les augmentations de rendement étaient particulièrement importantes – la fourniture de 20 pour cent d'eau d'irrigation supplémentaire faisait quasiment doubler les rendements.

5. Nutrition des cultures

Des processus écosystémiques associés à l'emploi judicieux d'engrais minéral constituent la base d'un système de nutrition des cultures durable qui produit plus et consomme moins d'intrants externes.

Très tolérant aux sols acides, le manioc a formé une association symbiotique avec des champignons du sol, qui aident ses racines à prélever le phosphore et les micronutriments. Dans la mesure où la plupart des éléments nutritifs absorbés se retrouvent dans les tiges et les feuilles, le fait de restituer celles-ci au sol contribue à maintenir la fertilité pour la culture suivante.

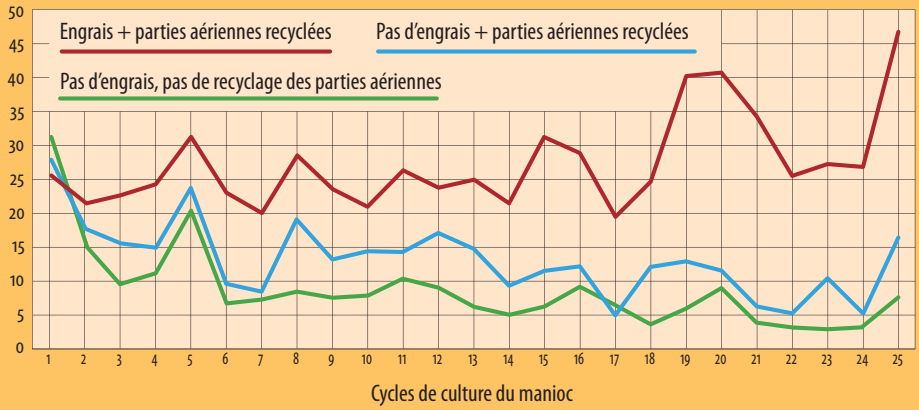
Parce qu'il peut produire des rendements raisonnables sur des sols pauvres, on a longtemps cru que le manioc n'avait pas besoin d'engrais minéral et était même incapable de l'utiliser. Les résultats d'essais approfondis vérifiés par la FAO ont montré, au contraire, que beaucoup de variétés de manioc tiraient parti de la fertilisation.

Il est de plus en plus nécessaire d'apporter des engrais au manioc, parce que les moyens traditionnellement employés pour maintenir la fertilité des sols sont abandonnés dans les systèmes de production plus intensifs.

Les rendements du manioc pourraient être sensiblement améliorés si les agriculteurs avaient accès à l'engrais minéral à un prix raisonnable. En République démocratique du Congo, l'utilisation de variétés améliorées et d'engrais minéral a permis de faire augmenter les rendements en tubercules de 30 pour cent à 160 pour cent.

Dans un premier temps, le manioc devrait être fertilisé avec des quantités à peu près équivalentes d'azote (N), de phosphore (P) et de potasse (K). Cependant, si la culture est produite sans interruption pendant de nombreuses années, il faudra modifier l'équilibre N-P-K pour compenser l'extraction des éléments nutritifs, en particulier la potasse, par la récolte. On peut le faire en employant des engrais

Incidences de l'apport d'engrais minéral et de la gestion des résidus de cultures sur les rendements en tubercules du manioc, pendant une période couvrant 25 cycles culturaux, en Thaïlande (t/ha)



En Thaïlande, quand aucun engrais n'a été apporté et que les parties aériennes ont été retirées du champ, les rendements par hectare ont fortement décliné.

composés riches en potasse et en azote et relativement pauvres en phosphore.

Pour limiter le coût des intrants, les producteurs devraient toujours recouvrir de terre les engrais épandus, afin de réduire la volatilisation de l'azote et les pertes d'éléments nutritifs imputables au ruissellement et à l'érosion. L'apport d'engrais azoté peut aussi être optimisé par l'emploi, soit de supergranules d'urée compressée soit de perles d'urée enrobées de tourteau de neem. Ces deux techniques ralentissent considérablement la nitrification de l'urée et réduisent ainsi les pertes par volatilisation dans l'air et ruissellement des eaux de surface.

Tithonia diversifolia, *un tournesol sauvage tropical, donne un paillis riche en éléments nutritifs.*

L'engrais minéral peut contribuer à améliorer les rendements mais, sur le long terme, il ne peut pas maintenir à lui seul la production sur des terres dégradées. Les agriculteurs peuvent conserver et améliorer la qualité et la santé du sol en mettant en œuvre un certain nombre d'autres mesures du modèle «Produire plus avec moins»:

- *La culture intercalaire* avec des légumineuses à grains permet de mettre de l'azote à la disposition du manioc. Au Nigéria, après deux ans de culture intercalaire manioc-soja, l'incorporation des résidus de soja a entraîné une augmentation du rendement de 10 pour cent à 23 pour cent. Des recherches conduites sur deux sites en République démocratique du Congo ont permis de conclure que la plantation de quatre lignes d'arachides entre des rangées de manioc largement espacées entraînait aussi une amélioration des rendements.
- *La culture en couloirs* avec des arbres de la famille des légumineuses à croissance rapide peut aussi être un moyen efficace d'améliorer la fertilité du sol. Au Viet Nam, la culture en couloirs avec deux espèces d'arbres de la famille des légumineuses, *Leucaena leucocephala* et *Gliricidia sepium*, a eu à long terme un effet positif marqué et constant sur le manioc, que celui-ci soit ou non fertilisé.
- *La fumure verte* – c'est-à-dire le paillage avec des résidus de cultures de légumineuses avant la plantation du manioc – améliore aussi la fertilité du sol. Les engrais verts efficaces sont notamment le niébé, les arachides, le pois d'Angole et le pois mascate. En Colombie, le paillage avec des légumineuses autochtones a entraîné une augmentation des rendements similaire à celle que l'on obtient avec l'engrais minéral. En République démocratique du Congo, l'incorporation dans le sol de la matière sèche d'un tournesol sauvage, *Tithonia diversifolia*, à raison de 2,5 tonnes par hectare, a produit un ratio coûts-avantages plus élevé que celui de l'utilisation d'engrais minéral.
- *Les déjections animales et le compost* sont de bonnes sources de matière organique, qui améliorent la structure du sol, renforcent les capacités de rétention d'eau et d'échange cationique, apportent des micronutriments et favorisent l'activité souterraine des lombrics, des bactéries et des champignons. Lors d'essais conduits en Indonésie, l'épandage de 5 tonnes de compost associé à l'emploi judicieux d'engrais minéral a produit des rendements plus élevés que l'engrais utilisé seul.

La lutte contre l'érosion du sol est un élément essentiel de la gestion durable de la fertilité du sol. La culture du manioc entraîne, plus que les autres cultures, des pertes de sol par érosion, en particulier si les planteurs ne protègent pas le sol avec des plantes de couverture ou du paillis.

Les pratiques du modèle «Produire plus avec moins» réduisent considérablement le ruissellement et l'érosion. On peut opter pour le travail du sol minimal ou le labour zéro, qui contribuent à ralentir la décomposition de la matière organique, préservent la stabilité des agrégats du sol et

favorisent le drainage interne. Si le sol est préparé d'une manière conventionnelle, le labour et le billonnage effectués sur des terrains en pente doivent suivre les courbes de niveau. En outre, celles-ci devraient être plantées de haies de graminées ou d'arbustes ou arbres de la famille des légumineuses, non compétitives, pour freiner le ruissellement et retenir les sédiments érodés.

Des recherches conduites en Colombie et dans plusieurs pays asiatiques ont montré que l'efficacité de toutes les mesures anti-érosion était améliorée par l'apport d'engrais minéral, car celui-ci accélérait la couverture du sol par les plantes.

6. Organismes nuisibles et maladies

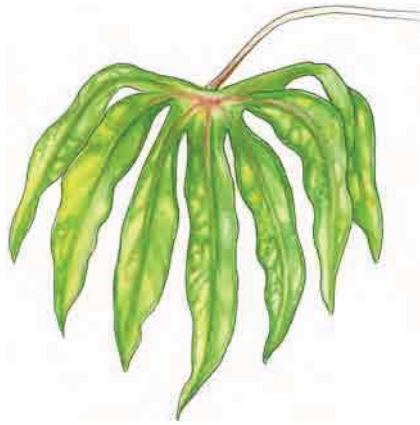
La protection du manioc par un pesticide est bien souvent inefficace et rarement économique. Plusieurs mesures non chimiques aident les agriculteurs à réduire les pertes et protègent aussi l'écosystème agricole.

Comme les autres cultures, le manioc est sensible à des organismes nuisibles et des maladies qui peuvent entraîner de fortes baisses de rendement. Dans certaines régions, on observe une recrudescence des organismes nuisibles et des maladies parce que la culture est plus intensive, qu'elle couvre de plus grandes surfaces et qu'elle est pratiquée pendant toute l'année à des fins industrielles.

Étant donné que les insecticides, les fongicides et les herbicides de synthèse détruisent l'équilibre écosystémique naturel de la culture et sont susceptibles d'exacerber les problèmes de ravageurs et de maladies, le modèle «Produire plus avec moins» vise à réduire autant que possible leur utilisation et fait appel à la protection phytosanitaire intégrée, une stratégie qui stimule les processus biologiques et la biodiversité propices à la production. Une série de mesures non chimiques et durables peut aider les planteurs de manioc à limiter les pertes imputables aux insectes nuisibles et aux maladies.

- *La bactériose du manioc,* l'une des maladies du manioc les plus répandues, est transmise par du matériel végétal et des outils agricoles contaminés. On peut lutter contre cette maladie de diverses façons: utilisation de variétés tolérantes, trempage des boutures dans de l'eau chaude avant la plantation, stérilisation des outils avec un désinfectant et culture intercalaire pour freiner la dissémination de plante à plante.
- *Les maladies virales* sont généralement transmises par du matériel végétal infecté. En outre, les aleurodes véhiculent

Les amis et les ennemis du manioc. À gauche, l'aleurode et les cochenilles du manioc, souvent responsables de lourdes pertes de récoltes. À droite, deux ennemis naturels des organismes nuisibles du manioc: des coléoptères de la famille des coccinellidés et la chrysope africaine.



Feuilles déformées, chlorose, marbrures et flétrissement: ce sont les symptômes de la mosaïque du manioc.

les virus responsables de la mosaïque du manioc et de la maladie des stries brunes, qui peuvent entraîner une perte totale de la récolte. Pour lutter contre ces deux maladies, il est principalement recommandé de respecter strictement les procédures de quarantaine lors des échanges internationaux de matériel génétique et de recourir à des pratiques culturales, telles que l'utilisation de cultivars résistants ou tolérants et de matériel végétal exempt de virus.

- *La pourriture des racines* s'observe principalement dans les sols mal drainés pendant les périodes de pluie intense. En Colombie, les agriculteurs ont éliminé la pourriture des racines en plantant des boutures provenant de plants sains, en utilisant des cendres et des feuilles sèches pour amender et fertiliser le sol et en plantant du niébé en tant que culture intercalaire. Un moyen de lutte biologique efficace consiste à immerger les boutures dans une suspension de *Trichoderma viride*, un champignon du sol parasitant tous les autres champignons qui se disséminent dans le sol.
- *Les aleurodes* sont probablement les insectes nuisibles qui provoquent le plus de dégâts dans toutes les régions productrices de manioc. Certains planteurs utilisent des insecticides pour lutter contre les aleurodes mais la pulvérisation est généralement sans effet. En revanche, si l'on ne pulvérise pas d'insecticide, les ennemis naturels des aleurodes peuvent assurer une lutte biologique. Un essai de deux ans conduit au Cameroun a permis de constater que la culture intercalaire de manioc avec du maïs et du niébé entraînait une diminution de 50 pour cent de la population d'aleurodes adultes et un recul de 20 pour cent de l'incidence de la mosaïque.
- *Les cochenilles* se nourrissent de manioc et injectent une toxine qui provoque le flétrissement des feuilles. Une infestation régionale de cochenilles en Afrique subsaharienne a été jugulée grâce à l'introduction d'un ennemi naturel venu d'Amérique du Sud, *Anagyrus lopezi,* une guêpe minuscule qui pond ses œufs dans l'insecte nuisible (les larves tuent l'hôte pendant leur croissance). En 2009, une grave invasion de cochenilles en Thaïlande a été rapidement endiguée par le lâcher de 3 millions de couples de *A. lopezi* dans la zone infestée.
- *Les acariens du manioc* sont des organismes nuisibles majeurs dans toutes les régions productrices. Au début des années 1970, l'introduction des acariens verts venus d'Amérique latine a quasiment anéanti la production de manioc africaine. Leur développement a été enrayé par un acarien prédateur introduit du Brésil, qui a considérablement limité les dégâts provoqués par l'organisme nuisible. On peut aussi lutter contre les acariens du manioc en utilisant des variétés résistantes ou tolérantes et en apportant des engrais pour renforcer la vigueur des plants.

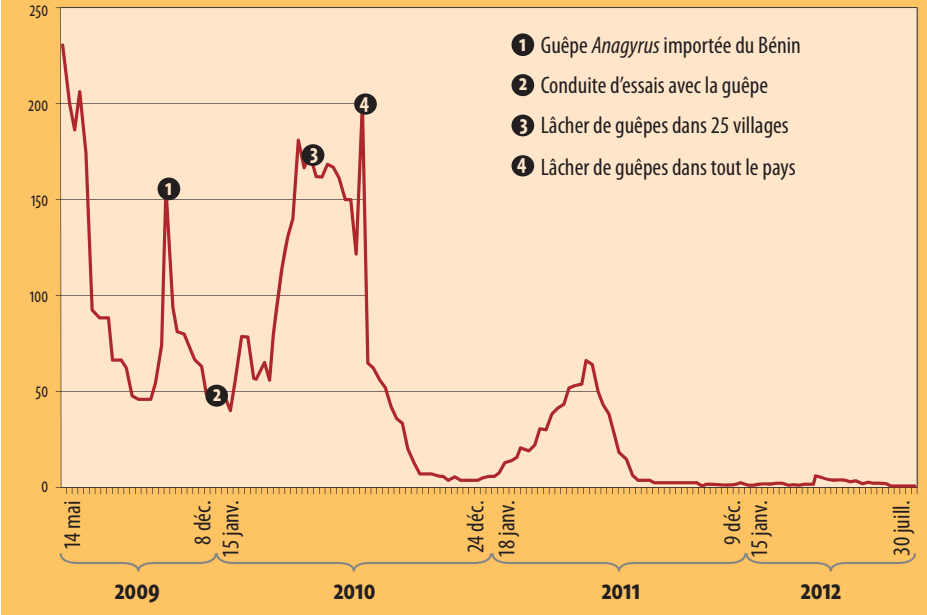
Certains organismes nuisibles et maladies du manioc ont été introduits accidentellement sur des espèces végétales très proches du manioc, telles que *Jatropha curcas*. Il faut être particulièrement attentif lorsque l'on déplace entre pays du matériel de plantation végétatif d'espèces apparentées et les grandes plantations de *Jatropha* ne devraient pas être situées dans des régions productrices de manioc.

La lenteur de la croissance initiale du manioc laisse aux adventices le temps de pousser et de devenir des concurrentes sérieuses pour la lumière du soleil, l'eau et les éléments nutritifs. Les pratiques culturales promues par le modèle «Produire plus avec moins» pour lutter contre les adventices sont notamment de favoriser une croissance précoce vigoureuse grâce à la fertilisation et – en saison sèche – l'irrigation au goutte-à-goutte, de couvrir le sol avec du paillis et de planter des cultures intercalaires à croissance rapide et à cycle court qui peuvent être récoltées quand les frondaisons du manioc se rejoignent et que les adventices ne peuvent plus se développer faute de lumière.

Le désherbage manuel 15 jours, 30 jours, 60 jours et 120 jours après la plantation a permis d'obtenir des rendements en tubercules de 18 tonnes à l'hectare, soit seulement 8 pour cent de moins que le rendement obtenu avec l'utilisation d'herbicides.

Cependant, les herbicides sont souvent employés sur les grandes exploitations ou lorsque la main-d'œuvre n'est pas disponible ou trop coûteuse. Étant donné que beaucoup de produits sont fortement toxiques, les planteurs doivent faire attention à l'herbicide qu'ils choisissent et suivre les conseils des spécialistes locaux de la protection phytosanitaire. Les produits devraient être répertoriés et homologués localement et être accompagnés d'instructions précises pour une manutention et une utilisation sans risque.

Surface infestée par la cochenille du manioc en Thaïlande, 2009-2012 (en milliers d'hectares)



L'arme secrète utilisée par la Thaïlande pour enrayer une invasion nationale dévastatrice de cochenilles du manioc a été la minuscule guêpe Anagyrus lopezi *(ci-dessus).*

7. Récolte, opérations après récolte et valeur ajoutée

Aliment pour le ménage, fourrage pour les animaux et matière première d'une large gamme de produits à valeur ajoutée, de la farine grossière aux gels d'amidon issus de technologies de pointe – le manioc est indéniablement une culture polyvalente.

Les tubercules de manioc peuvent être récoltés à tout moment, entre 6 et 18 mois après la plantation. Pendant les disettes, on peut les extraire en fonction des besoins, souvent un plant – voir un tubercule – à la fois. Une fois récoltées, les racines sont consommées directement par le ménage agricole, données aux animaux ou vendues pour être transformées en une large gamme de produits à valeur ajoutée. Cependant, les tubercules récoltés se détériorent rapidement et doivent commencer à être transformés dans les 48 heures.

La racine n'est pas la seule partie de la plante qui peut être mise à bon usage. Les feuilles de manioc peuvent être cuites comme un légume ou utilisées pour élever des vers à soie. L'extrémité verte de la tige est donnée au bétail et aux buffles et le limbe des feuilles aux cochons et à la volaille. Les souches servent de combustible pour le feu et les tiges ligneuses sont broyées et utilisées comme substrat pour la culture des champignons.

Aliment pour la consommation directe. En Afrique centrale, les jeunes feuilles de manioc sont régulièrement cueillies et cuisinées pour la consommation humaine. Les feuilles tendres contiennent jusqu'à 25 pour cent de protéines et sont une précieuse source de fer, de calcium et de vitamines A et C. La valeur marchande des feuilles de manioc dans les zones où elles sont consommées est souvent plus élevée que celle des tubercules.

Les racines de manioc sont lavées et épluchées avant d'être bouillies, cuites à la vapeur ou grillées. En Afrique de l'Ouest, les racines râpées sont mises à fermenter, puis grillées pour produire une farine granuleuse appelée *gari*, ou séchées au soleil, pilées et mélangées à de l'eau pour donner une pâte épaisse appelée *fufu*. En Indonésie, les racines coupées en fines tranches sont frites, saupoudrées d'épices et vendues sur les marchés locaux.

La farine de manioc de haute qualité n'est pas fermentée et peut être utilisée à la place de la farine de blé dans le pain et la pâtisserie. L'amidon natif extrait des racines est employé dans beaucoup de produits alimentaires. L'extraction de l'amidon peut être effectuée à quasiment toutes les échelles – depuis les unités de production artisanales familiales jusqu'aux grandes usines entièrement mécanisées. Au Cambodge, en Inde, en Indonésie et au Viet Nam, on trouve beaucoup d'unités de production artisanale d'amidon qui produisent chaque jour 60 kilos par travailleur. La transformation semi-mécanisée peut produire jusqu'à 10 tonnes par jour.

Usages industriels. De l'amidon de manioc modifié est produit, principalement en Asie, pour servir de matière de base à la production d'édulcorants, de fructose, d'alcool et de glutamate monosodique et à la fabrication de contreplaqué, de papier et de textile. Dans les usines d'extraction d'amidon modernes, la production journalière peut atteindre 300 tonnes.

De plus en plus, le manioc est également employé pour la production d'éthanol-carburant; en 2012, la Chine a produit 780 millions de litres de bioéthanol à partir de 6 millions de tonnes de manioc sec. Deux mutations récentes du manioc pourraient donner un coup de fouet à

En Afrique centrale, les jeunes feuilles de manioc encore tendres sont régulièrement cueillies et cuisinées, car elles constituent un légume riche en protéines.

son utilisation dans le secteur industriel: une mutation induite qui se traduit par la production de très petits granulés d'amidon susceptibles d'être hydrolisés plus rapidement que les autres amidons, et une mutation spontanée qui se traduit par la production d'un amidon sans amylose susceptible de concurrencer l'amidon très prisé du maïs «cireux».

Aliment pour les animaux. Tant les racines que les feuilles du manioc peuvent être données aux animaux sur l'exploitation ou entrer dans la composition d'aliments pour animaux vendus dans le commerce. En Asie, les petits producteurs et leurs partenaires de commercialisation fournissent de grandes quantités de cossettes de manioc au secteur des produits d'alimentation animale destinés à l'exportation. Les cossettes séchées au soleil sont réduites en poudre et mélangées avec des sources de protéines végétales pour donner un produit d'alimentation animale nutritif. Les animaux nourris avec des aliments à base de manioc sont généralement en bonne santé, résistent bien aux maladies, ont un faible taux de mortalité et n'ont besoin que de faibles apports d'antibiotiques, voire aucun, dans leur alimentation.

La farine de feuilles de manioc sèches (ou «foin de manioc») est généralement obtenue en coupant les extrémités de la plante tous les deux mois et demi ou trois mois, pendant le cycle de croissance. Des recherches ont montré que la complémentation avec du foin de manioc, à raison de 1 à 2 kilos par animal et par jour, stimulait la production des vaches laitières et pouvait améliorer la qualité et la conservation du lait.

L'ensilage de feuilles se compose de feuilles hachées mélangées à de petites quantités de farine de racine de manioc ou de son de riz. Scellées dans des conteneurs étanches, les feuilles fermentent pendant 90 jours environ avant d'être données aux cochons et aux bovins. Lors d'essais conduits au Viet Nam, une alimentation comportant 15 pour cent de feuilles de manioc ensilées a amélioré la prise de poids journalière des cochons et réduit le coût de leur alimentation de 25 pour cent.

8. Les politiques qui permettent de produire plus avec moins

L'intensification durable de la production de manioc passe par une volonté politique, des investissements, un appui institutionnel et une approche du développement des technologies qui soit en prise sur la demande.

Dans la plupart des pays, la production de manioc est gourmande en main-d'œuvre et est pratiquée à des fins de subsistance. Elle est caractérisée par une faible utilisation des technologies, des coûts de production élevés, des pertes après récolte importantes et un isolement relatif par rapport au marché. Pour transformer le sous-secteur, il sera nécessaire d'identifier les filières rentables et les préférences du marché et d'élaborer des stratégies visant à limiter la variabilité des prix et à améliorer la qualité, le volume et la régularité de la production. Il n'existe pas de recommandations «universelles» mais il est possible d'esquisser les caractéristiques essentielles des politiques et des institutions susceptibles de favoriser une intensification durable de la production de manioc par les petits exploitants agricoles.

Promouvoir les approches et les pratiques agricoles du modèle «Produire plus avec moins». Dans beaucoup de pays, les systèmes de production à faible apport d'intrants intègrent déjà les principales pratiques du modèle «Produire plus avec moins», telles que la limitation du travail du sol, la plantation de cultures de couverture et le paillage, et la polyculture. Les services de vulgarisation auront un rôle capital à jouer pour valoriser ces pratiques, car il leur incombera de faciliter l'accès aux connaissances externes pertinentes et de faire le lien avec la mine de connaissances détenue par les petits exploitants agricoles. Les planteurs de manioc pourraient avoir besoin d'incitations pour assurer des services écosystémiques tels que la conservation du sol et la protection de la biodiversité.

Contribuer à l'amélioration des circuits d'approvisionnement en intrants. Les pouvoirs publics devraient encourager l'investissement privé dans la production d'intrants et établir des lignes de crédit pour donner à des fournisseurs privés les moyens d'organiser des achats en gros qui garantissent la disponibilité des intrants en temps utile. Les institutions qui encouragent la participation, telles que les organisations paysannes, contribuent à réduire les coûts de transaction liés à l'accès au marché des intrants. Les mécanismes de «subvention intelligente» peuvent aider les petits producteurs à acheter de l'engrais à des prix plus intéressants que ceux du marché, mais les fonds de crédit renouvelable gérés par des groupes constituent une source de financement plus durable.

Lutter contre les menaces que font peser les organismes nuisibles et les maladies. Les programmes d'intensification de la production de manioc devraient promouvoir la protection intégrée, qui s'appuie sur l'utilisation de cultivars résistants, d'agents de lutte biologique et de biopesticides et sur la gestion des habitats, pour protéger les cultures. Compte tenu de la multiplication des déplacements internationaux de matériel génétique du manioc, il faudra mettre en œuvre de mesures phytosanitaires améliorées pour que le matériel végétal soit exempt d'organismes nuisibles et de maladies. Il est essentiel de disposer de méthodes de détection et de diagnostic efficaces pour éviter les déplacements d'agents pathogènes, si l'on veut améliorer la protection de quarantaine et aligner les réglementations phytosanitaires

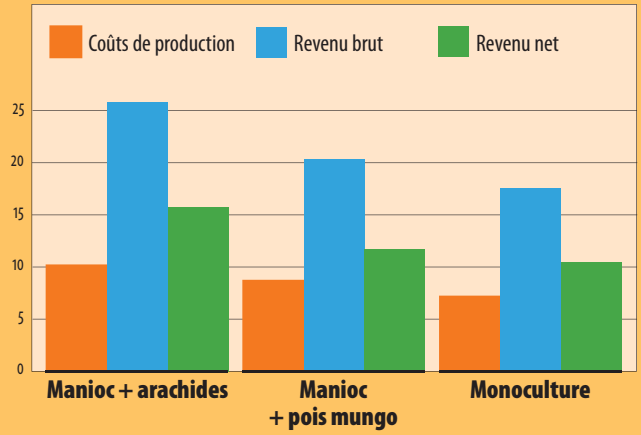
nationales sur les conventions et les protocoles commerciaux internationaux.

Appuyer la recherche sur le manioc et le développement des technologies. La recherche appliquée peut faciliter la transformation du secteur du manioc, en facilitant le développement de variétés résistantes aux maladies et aux organismes nuisibles, la mise au point de technologies d'irrigation permettant d'économiser l'eau et la conception de machines agricoles adaptées. Les politiques devraient promouvoir les partenariats public-privé axés sur le développement de technologies et créer des passerelles avec le marché, afin de faciliter la transposition à plus grande échelle des innovations performantes. Par exemple, en Thaïlande, l'Institut de développement du tapioca travaille avec le CIAT et l'université Kasetsart à la sélection de variétés de manioc productrices d'amidon «cireux», qui soient adaptées aux conditions du pays.

Améliorer les infrastructures rurales. Dans les zones de production, l'investissement dans les routes et les installations d'entreposage et de transformation contribuera à relier les producteurs et les transformateurs de manioc aux marchés en pleine expansion des produits intermédiaires qui ont une plus longue durée de conservation. Cet investissement contribuera aussi à la stabilisation des prix, à la réduction des pertes après récolte et à la baisse des coûts de transaction. Avec des technologies et du matériel adaptés, les unités de transformation de niveau communautaire pourraient produire de la farine de manioc de haute qualité, des granulés et des cossettes pour les industries rurales et urbaines, et permettre ainsi aux planteurs de s'adjuger une part plus substantielle de la valeur ajoutée.

Développer les filières et les marchés. Les gouvernements devraient promouvoir l'investissement privé dans la transformation du manioc et encourager l'établissement d'associations rassemblant les planteurs et les transformateurs. Les acteurs du sous-secteur du manioc peuvent avoir besoin d'une assistance pour établir des associations, que ce soit au niveau du sous-secteur ou autour d'une activité spécifique. Les responsables de la planification devraient coupler les aides accordées au sous-secteur du manioc à des actions visant le développement des industries associées – par exemple, l'accroissement de la production de farine de manioc de haute qualité demandera un renforcement des liens avec le secteur de la boulangerie.

Coûts de production et revenus associés à trois essais de culture intercalaire avec le manioc conduits au Viet Nam (en millions de dongs)



La polyculture, l'une des pratiques agricoles promues par le modèle «Produire plus avec moins», génère un revenu net plus élevé que la monoculture.

Réduire l'exposition des agriculteurs à l'instabilité des prix. Si l'on veut encourager les agriculteurs à investir dans la production, il faut garantir un prix raisonnable pour leur récolte. Le versement de subventions publiques constitue une approche possible. Parmi les approches plus durables, on peut citer l'agriculture sous contrat, qui permet de réduire les coûts de transaction liés à l'acquisition d'intrants et à la commercialisation de la production, grâce au regroupement de petites parcelles de terre. Les gouvernements des pays en développement devraient aussi promouvoir les assurances récolte qui renforcent la capacité des exploitants agricoles à surmonter les risques.

9. Laisser les agriculteurs décider

Pour intégrer la gestion durable des ressources naturelles dans les systèmes de production des petits exploitants agricoles, il faudra que la recherche et la vulgarisation abandonnent l'«enseignement» au profit de l'«apprentissage».

Il sera indispensable de convaincre les planteurs de manioc que les pratiques agricoles écosystémiques du modèle «Produire plus avec moins» sont meilleures que celles qu'ils utilisent déjà et – surtout – qu'elles présentent des avantages économiques à court terme. Il est donc important que les planteurs de manioc soient associés à tous les stades de la recherche agricole et du développement des technologies et qu'ils expérimentent et valident eux-mêmes les pratiques visant à améliorer la productivité de leurs systèmes de production et à rendre ceux-ci plus durables.

Le système de partenariat entre agriculteurs et scientifiques a fait son apparition dans les années 1990, la recherche agronomique «descendante» ayant échoué à donner des résultats propres à améliorer substantiellement les conditions de vie des agriculteurs à faible revenu vivant dans des environnements exposés aux risques. La différence entre ce système et l'approche traditionnelle du «transfert de technologies» est que les agents de la vulgarisation ne promeuvent ni ne recommandent aucune pratique ou technologie particulière. À la place, ils proposent un choix d'options que les exploitants peuvent tester par le biais d'essais réalisés dans leurs propres champs, avec l'aide de scientifiques ou d'agents de la vulgarisation.

Le Centre international d'agriculture tropicale a largement utilisé ce système en Asie pour mettre au point et transférer les technologies de production de manioc. Dans le cadre d'un tel partenariat, les membres d'un groupement d'agriculteurs ou les agriculteurs d'un village ou d'un district donné, établissent le diagnostic des principaux problèmes rencontrés dans la production de manioc et examinent les solutions possibles. Ensuite, les agriculteurs conçoivent et conduisent les essais pour 3 à 5 traitements possibles et réservent une parcelle à l'application de la pratique traditionnelle. Au moment de la récolte, tous les agriculteurs de la zone sont invités à participer à une journée sur le terrain, au cours de laquelle ils examinent les essais et débattent des résultats. Pendant la journée sur le terrain, le personnel présente les moyennes des résultats des divers types d'essais, ainsi que les coûts de production, le revenu brut et le revenu net associés à chaque traitement. Forts de cette information, les agriculteurs peuvent

La récolte est transportée à la maison. En 2012, les planteurs de manioc du monde entier auraient produit 280 millions de tonnes de racines fraîches.

sélectionner les traitements qu'ils jugent les plus adaptés aux conditions qui sont les leurs.

Une évaluation d'impact indépendante a conclu que, en Thaïlande, 100 pour cent des agriculteurs qui avaient participé aux essais avaient adopté les variétés améliorées et 98 pour cent l'engrais minéral. Dans une province du Viet Nam, les technologies et les pratiques agricoles améliorées ont fait passer les rendements moyens en tubercules de 8,5 tonnes à l'hectare en 1994, quand les essais ont commencé, à 36 tonnes à l'hectare en 2003.

Les essais conduits en Asie ont aussi clairement montré que les agriculteurs préféraient les traitements qui produisaient à la fois des rendements durables et le revenu net le plus élevé.

Les écoles pratiques d'agriculture qui encouragent l'apprentissage en groupe ont été établies pour la première fois par la FAO à la fin des années 1980, pour promouvoir la protection intégrée dans les rizières asiatiques. Dans ces écoles pratiques, les agriculteurs ont la possibilité de mieux comprendre les processus sous-tendant les écosystèmes agricoles, d'expérimenter diverses pratiques de lutte contre les organismes nuisibles et les maladies et de rendre les rendements de leurs cultures plus durables.

En Afrique, la diffusion de nouvelles souches des virus provoquant la maladie de la mosaïque et, plus récemment, celle des stries brunes, a donné l'occasion de promouvoir la protection intégrée et la production «écologique». Les écoles pratiques, qui sont en contact avec des programmes assurant la distribution de variétés de manioc tolérantes aux maladies, conduisent des essais sur ces variétés dans des champs de multiplication. Cette approche pragmatique donne aux exploitants agricoles la possibilité, tant d'élaborer des stratégies pour gérer plus efficacement les problèmes de maladies, que d'améliorer leurs pratiques de production de manioc.

En République démocratique du Congo, un projet de la FAO a assuré la formation d'animateurs chargés d'intervenir dans 30 écoles pratiques d'agriculture de la province de Kinshasa, où les rendements du manioc s'étaient effondrés suite aux attaques de ravageurs, aux maladies et à l'épuisement des sols. Grâce aux formations sur l'utilisation de boutures saines, le paillage et la culture intercalaire, qui leur ont été dispensées dans les écoles pratiques d'agriculture, les planteurs ont obtenu des augmentations de rendement allant jusqu'à 250 pour cent.

Au Gabon, les dégâts importants provoqués par les ravageurs et les maladies, l'absence de variétés améliorées et les pratiques agricoles improductives faisaient que les rendements en tubercules des cultures de manioc des petits exploitants ne franchissaient pas la barre des 8 tonnes à l'hectare. Quelque 750 planteurs ont appris dans des écoles pratiques d'agriculture comment sélectionner du matériel de plantation sain. Beaucoup d'entre eux ont commencé à utiliser des variétés à haut rendement résistantes à la mosaïque du manioc et à adopter des pratiques améliorées, par exemple, éviter la culture dans les sols humides et planter les boutures le long des courbes de niveau sur les terrains en pente, afin de limiter les dégâts provoqués par la pourriture des racines. Ils ont aussi appris l'importance de procéder à un désherbage régulier, de planter en ligne et d'optimiser les densités de plantation.

En 2012, une évaluation a constaté que, grâce essentiellement à l'adoption de variétés à haut rendement et à la mise en œuvre des pratiques de la protection intégrée et de l'agriculture de conservation, les planteurs avaient multiplié par trois les rendements de leurs cultures de manioc. Dans une province, les rendements atteignaient 30 tonnes à l'hectare.

Comment rendre la production intensive de manioc plus productive, rentable et durable, grâce au modèle d'agriculture de la FAO «Produire plus avec moins».

Ce document d'orientation reprend des éléments de l'ouvrage intitulé *Save and Grow: Cassava*, le premier d'une série consacrée à l'application pratique du modèle d'agriculture «Produire plus avec moins» de la FAO, qui se fonde sur une approche écosystémique.

Save and Grow: Cassava
A guide to sustainable production intensification (FAO, 2013)

140 pp. 182 x 257 mm, livre broché
ISBN 978-92-5-107641-5
E-ISBN 978-92-5-107642-2
www.fao.org/ag/save-and-grow/

Pour acquérir un exemplaire de cet ouvrage, veuillez écrire au Groupe des ventes et de la commercialisation de la FAO: publications-sales@fao.org

Conception: Thomas+Sansonetti
Illustrations: Cecilia Sanchez

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE