

SYSTEMES DE CULTURES SANS LABOUR PAR SEMIS DIRECT SUR COUVERTURES PERMANENTES DES SOLS, ADAPTATION ET DIFFUSION A MADAGASCAR

Jean-Louis Reboul

Ingénieur de Recherche au CIRAD, B.P. 2572, Yaoundé, Cameroun.
Représentant CIRAD à Madagascar de 1989 à 1999

Résumé

L'adaptation, en vue de leur diffusion à Madagascar, des techniques agronomiques originales mises au point au Brésil, est apparue comme une nécessité aux yeux des responsables du pays face à l'aggravation, depuis plusieurs années, en dépit de très nombreux travaux de recherche, des phénomènes de pauvreté et d'insécurité alimentaire en milieu rural, induits par une intense érosion des sols et la diminution progressive de la production moyenne des exploitations paysannes.

Les techniques dites de « gestion agrobiologique des sols » reposent sur des principes très simples :

- Le sol n'est plus travaillé, il est maintenu tout au long de l'année sous la protection permanente d'un couvert végétal total : « la couverture » qui peut être soit morte (pailles, résidus de culture), soit vive (tapis végétal vivant constitué de graminées ou de légumineuses).
- Les cultures, que l'agriculteur veut développer, sont installées par « semis direct » au travers de la couverture végétale.
- L'agriculteur assure la gestion simultanée, sur sa parcelle, de ses cultures et des couvertures végétales.
- L'installation et la gestion de ces techniques sont facilitées par une préparation spécifique des parcelles, quand elle peut être réalisée, comprenant un travail profond du sol (outils ou plantes à enracinement profond) et une fumure minérale de fond en redressement, fumure qui peut être compensée par un écobuage contrôlé.

La méthodologie suivie pour l'organisation des actions de mise au point, puis de diffusion, de ces techniques repose sur le dispositif suivant :

- l'installation d'une ferme centrale pour la phase d'expérimentation, comprenant des tests des divers systèmes de culture, du matériel végétal amélioré et sa multiplication ;
- l'installation de sites de référence en milieu contrôlé dans les divers régions agro-écologiques aux fins d'y affiner l'adaptation des systèmes de culture, servant de sites de visite et de formation des praticiens ainsi que de supports à la diffusion locale ;
- l'installation de sites de diffusion, aménagés chez et avec les agriculteurs, sur la base des systèmes déjà validés pour servir à la diffusion latérale des techniques agrobiologiques.

Les travaux sont animés à Madagascar par un organisme de recherche et développement, l'ONG TAFSA, dépositaire de compétences spécifiques, fortement appuyée par le CIRAD et s'inscrivant tout à la fois au sein d'un réseau organisé au plan national et au cœur d'un Réseau Régional.

Les travaux conduits jusque là se sont traduits par l'adoption, encore limitée, d'un certain nombre de systèmes adaptés aux différentes régions parmi lesquelles on peut citer :

- sur les Hautes-Terres, les systèmes de culture maïs-haricot, soja, tomates, pommes de terre, manioc, conduits :
 - sur couvertures mortes de pailles de riz ou de mauvaises herbes rapportées sur la parcelle, de résidus de culture précédentes formés de paille ou de tiges séchées ;
 - sur couvertures vives formées par des graminées de type *Brachiaria Rusiziensis* ou *Kikuyu grass* pour la culture du soja ou d'une association haricot-manioc, par du *Desmodium* ou par les espèces *Cassia Rotundifolia* et *Arachis Pintoï* pour la culture du maïs.
- dans le Sud-Ouest, les systèmes de culture de céréales (mil, sorgho, maïs) sur *Vigna* et d'olives, de légumineuses (soja, haricot) et de coton sur ailles de céréales.

L'application de ces techniques a généré, chez les agriculteurs concernés, un certain nombre d'effets bénéfiques :

- un contrôle total des phénomènes d'érosion, de certains ravageurs et de certaines maladies des cultures,
- une amélioration progressive de la fertilité des sols et de la productivité des cultures,
- une amélioration de la productivité du travail par l'abaissement des temps de travaux et la diversification des productions.

Ces travaux induisent de ce fait, au travers de la professionnalisation des hommes et le redressement de la productivité des exploitations paysannes, une amélioration très nette des conditions de vie des populations qui devrait être très nettement renforcée par la consolidation des travaux engagée depuis 1998, par une plus forte implication de la recherche accompagnant cette démarche et par le partage des expériences organisé au travers de la régionalisation.

Mots clés : lutte contre l'érosion, gestion agrobiologique des sols, systèmes de culture, couvertures végétales, Madagascar.

INTRODUCTION

La situation générale du secteur agricole à Madagascar est très précaire. Elle se caractérise par la spirale de la sous-nutrition et de la pauvreté (affectant plus de 70 % des ménages ruraux) dans laquelle est entraînée la majorité des exploitations paysannes.

1. EROSION DES SOLS ET FAIBLE PRODUCTIVITE DES EXPLOITATIONS

- **La très faible productivité moyenne, tant au plan énergétique qu'au plan économique**, qui caractérise la majorité des exploitations paysannes du pays **explique pour l'essentiel cette situation d'insécurité alimentaire et de pauvreté** du secteur rural malgache ; elle est directement liée à la conjugaison de deux facteurs interdépendants : **des pratiques agricoles inadaptées** et une **intense érosion** des sols qui décape et dégrade tous les ans un peu plus de terre, les rendant impropres à l'activité agricole.

Pour preuve de l'intensité de ce phénomène dans le pays, l'érosion moyenne théorique pour le versant Ouest de Madagascar exprimée en épaisseur de terre enlevée sur l'ensemble d'un bassin-versant, serait de 2,9 mm/an, alors qu'elle est évaluée à 0,4 mm/an pour l'ensemble du monde.

- L'aggravation sur les 10 dernières années de la situation des populations rurales à Madagascar, à la fois en terme d'insécurité alimentaire et de pauvreté est directement liée à l'intensification de la dégradation des conditions de production au niveau des exploitations paysannes :
 - diminution de la productivité des rizières de bas-fonds en raison des dysfonctionnement des réseaux et voies d'irrigation provoquant un ensablement progressif des exploitations.
 - diminution de la productivité des exploitations sut Tanety, en raison de la conjugaison de la baisse de fertilité et de l'érosion accentuée des sols des parcelles concernées d'une part, et de la diminution de la production d'une main d'œuvre, de moins-en-moins bien nourrie et de plus en plus pauvre d'autre part.

2. RECHERCHE DE SOLUTIONS

- **La résolution de ce problème majeur de la misère des populations rurales passe entre autre par la proposition de solutions techniques et organisationnelles permettant de corriger ces divers dysfonctionnements.**
 - **par le contrôle de l'érosion sur les bassins-versants et les Tanety**, assurant ainsi la protection des bas-fonds contre leur ensablement progressif.
 - **par la proposition aux agriculteurs des Tanety et des bas-fonds, de méthodes de culture assurant tout à la fois amélioration durable de la productivité et diversification des spéculations développées, diminution de la pénibilité des travaux et amélioration de la productivité de la main d'œuvre.**

- Les solutions techniques jusqu'à présent proposées par les actions de développement agricole et les services de vulgarisation, se sont limitées pour l'essentiel à des travaux de « protection mécanique » nécessitant de la part des populations rurales des investissements en travail (le facteur de production justement le plus rare) très considérables et n'ayant au mieux qu'une rentabilité à long terme.
- **Or des techniques biologiques simples, extrêmement efficaces pour la protection du sol et permettant dans le même temps augmentation de la productivité économique des systèmes cultivés et diminution des temps de travaux sont en effet actuellement disponibles**, au Brésil notamment. Ces techniques appelées « techniques de semis direct » font appel à la pratique constante de l'agriculture dans une couverture morte ou vive qui protège totalement et durablement le sol contre l'agressivité des pluies
 - Ces techniques ont d'abord été mises au point dans les Etats du Sud du Brésil, puis ont été étendues à d'autres régions chaudes par le CIRAD depuis 1983. Elles sont en particulier bien maîtrisées dans les Cerrados humides et le Nordeste du Brésil (L. SEGUY), à la Réunion (R. MICHELLON), en Côte d'Ivoire (H. CHAPENTIER, P. AUTFRAY). Elles sont en cours de développement sur les savanes humides du Sud-Vietnam (P. GODON).
 - A Madagascar, certaines institutions se sont engagées avec l'appui du CIRAD sur des travaux de recherche en vue de l'adaptation de ces techniques aux situations locales : le FOFIFA sur le site de Kianjasoa (Moyen-Ouest) et dans le cadre du Projet Riz d'Altitude, l'ANAE dans la région du Lac Alaotra et sur les Hautes-Terres, FIFAMANOR (Antsirabe) et le Centre FAFIALA (dans les environs de Tananarive), peuvent faire valoir certains acquis en la matière.
 - Mais c'est surtout l'ONG « Tafa », constituée à partir de l'opération « Fermes mécanisées » de la KOBAMA, qui a développé le savoir-faire le plus solide sur ces techniques.
- Les travaux ont été consolidés à partir de 1998 à la faveur de l'engagement volontariste de divers partenaires financiers (AFD, Union Européenne) et scientifiques (FOFIFA-CIRAD) et depuis, de nouvelles régions ont été touchées, notamment les côtes tropicales de l'Ouest et du Sud-Ouest, un effort spécifique étant organisé sur les systèmes cotonniers.

LES TECHNIQUES DE SEMIS DIRECT SUR COUVERTURES PERMANENTES DES SOLS

Ces techniques de gestion des sols dites « agrobiologiques » reposent sur les principes de base suivants.

1. LES PRINCIPES DE BASE DE CES TECHNIQUES

PREPARATION DU SOL – MISE EN PLACE DE LA COUVERTURE

- Le sol n'est plus **TRAVAILLE**, d'où l'appellation de techniques « sans labour » ou « zéro labour ».
- Le sol est par contre **maintenu sous la PROTECTION PERMANENTE** d'un **COUVERT VEGETAL TOTAL** d'où l'appellation de « techniques de culture sur couvertures ».

Cette **PROTECTION** peut être assurée :

- par des « **couvertures mortes** », pailles ou résidus de récolte étalées sur la totalité de la parcelle ;
- par des « **couvertures vives** », c'est-à-dire une plante installée sur la parcelle et constituant un tapis protecteur permanent vivant (« pelouse » de chiendent ou autre graminée de type fourrager - **BRACHIARIA**, **KIKUYU**... ou tapis de légumineuses – Trèfle – **CASSIA ROTONDIFOLIA**, **DESMODIUM**, etc...).

MISE EN PLACE DE LA CULTURE

- Les cultures que l'agriculteur veut développer sur sa parcelle ainsi protégée, sont installées par « **semis direct** » au travers de la couverture végétale :
 - à l'aide d'**outils spécifiques** – canne planteuse ou roue semeuse
 - ou à « **l'angady** »,

qui permettent de disposer les graines dans le sol en perçant pour cela la couverture végétale.

GESTION DE LA COUVERTURE

- Une couverture étant une culture vivace, peut constituer une concurrence pour les cultures vivrières ou industrielles que l'agriculteur veut installer en association avec elle : il est donc nécessaire, pour le paysan, d'intervenir pour « contrôler » le développement de sa couverture, avant de réaliser le semis direct de sa culture.

Pour cela il a le choix entre diverses pratiques :

- l'utilisation d'un **herbicide ou retardateur de croissance** pulvérisé sur la totalité de la parcelle ou uniquement sur les lignes de semis,
 - l'application sur les lignes de semis, d'un engrais minéral ou encore d'herbes mortes (Bozaka) et de pailles, assurant le « brûlage » de la couverture sur la ligne,
 - l'ouverture à « l'angady » par exemple, de la couverture sur la ligne de semis.
- Le meilleur moyen d'assurer ce contrôle est de faire pâturer la couverture par des animaux.

POUR FACILITER LA REUSSITE DE CES TECHNIQUES

- Pour faciliter la mise en place de ces techniques sur une parcelle paysanne, il est préférable d'effectuer au préalable les opérations suivantes :
 - un travail profond du sol assurant une meilleure aération et perméabilité,
 - une fumure de redressement ou fumure minérale de fond (Calcium-Phosphore) permettant dès le départ de rétablir le niveau de fertilité moyen de la parcelle.
- A défaut de pouvoir réaliser ces opérations, l'agriculteur peut avoir recours aux solutions suivantes :
 - installer sur sa parcelle pour une saison une plante comme les *Crotalaires*, dont le système racinaire puissant va assurer « biologiquement » le travail profond souhaité ;
 - pratiquer, là où cela est possible (Hautes-Terres, parcelles où la teneur des sols en matière organique est supérieure à 3,5 %) la **technique de l'écobuage** : cette technique, qui consiste à faire « cuire le sol » à l'aide de pailles sèches, a pour effet de libérer les éléments minéraux contenus dans la matière organique des sols et joue le rôle d'une fertilisation minérale de fond (gratuite).

Cette dernière technique étant délicate à utiliser, il est fortement conseillé, aux agriculteurs désireux de la mettre en œuvre, de s'adresser pour la première fois aux spécialistes confirmés.

Effet de l'écobuage localisé sur une culture de maïs (1996-1997)

	Maïs sur trèfle	Maïs sur <i>Desmodium</i>
Parcelle sans écobuage	2 649 kg/ha	3 651 kg/ha
Parcelle avec écobuage	4 676 kg/ha	5 546 kg/ha

2. SEMIS DIRECT, ARBRE ET ANIMAL DANS L'EXPLOITATION

Les techniques de « semis direct » permettent enfin une parfaite intégration de l'animal et de l'arbre dans l'exploitation.

2.1. L'animal et le semis direct

- L'animal est le moyen le mieux adapté pour valoriser les couvertures, principalement les couvertures vives constituées d'espèces fourragères.
 - soit par le pâturage de la parcelle par le bovin
 - soit par la fauche périodique et l'affouragement en vert des animaux au parc ou à l'étable.
- D'autre part, l'animal participe à l'amélioration des performances économiques de l'exploitation :
 - amélioration de la fertilité grâce à la production de fumier.
 - abaissement des temps de travaux grâce à la culture attelée.

2.2. L'arbre et le semis direct

- L'intégration de l'arbre est un complément heureux de l'utilisation des techniques de semis direct :
 - arbres et arbustes utilisés en haies vives consolident les effets de protection des sols contre l'érosion
 - les arbres assurent un supplément de production très bénéfique (arbres fourragers, arbres fruitiers, bois d'énergie...)

3. DIFFUSION DE CES TECHNIQUES A MADAGASCAR

- L'adaptation et la diffusion de ces techniques sur les diverses régions de Madagascar est animée par l'ONG Tafa, dépositaire des compétences spécifiques, fortement appuyée par le CIRAD, et s'inscrivant au cœur d'un réseau d'institutions nationales associant institutions de Recherche Développement (FOFIFA et FIFAMANOR), association nationale (ANAE) et ONG régionale (FAFIALA) et formalisé dans le cadre d'un groupement d'intérêt scientifique le « Groupement Semis Direct de Madagascar » constitué en Mars 1998. Tafa s'appuie par ailleurs, grâce à des financements spécifiques (AFD, U.E.) sur un certain nombre de partenaires (PNVA – PPI – Projets Régionaux) pour la diffusion de ces techniques dans de nouvelles régions.
- La démarche de diffusion repose sur un dispositif adapté de recherche-développement comprenant :
 - une **ferme expérimentale** centrale, implantée près d'Antsirabé sur les Hautes-Terres, pour les travaux de mise au point et tests de divers systèmes de cultures, tests et multiplication du matériel végétal amélioré (espèces vivrières, plantes de couvertures...)
 - **des sites de références** implantés en milieu contrôlé chez des agriculteurs et avec la participation des opérateurs de développement, dans les diverses régions agro-écologiques du pays aux fins d'y affiner l'adaptation des systèmes proposés pour la région et servant tout à la fois :
 - de cadres de visites et formations de praticiens
 - de supports de la diffusion des techniques et du matériel végétal
 - **des sites de diffusion**, aménagés par les agriculteurs volontaires sur leurs propres exploitations à partir des systèmes et variétés identifiées par eux sur les sites de référence.
- L'ONG « Tafa » et le « Groupement Semis Direct de Madagascar », organisateurs de la « Conférence Internationale sur la Gestion Agrobiologique des sols et Systèmes de Culture » d'Antsirabé-Madagascar en Mars 1998, sont par ailleurs à l'origine de la constitution du « RADOI » Réseau de l'Agriculture Durable de l'Océan Indien, officialisée en Août 1998 à la Réunion, entre les pays membres de la Commission de l'Océan Indien, l'Afrique du Sud et le Kenya, dans le but de promouvoir ces systèmes sur toute la Région.

4. EXEMPLES D'APPLICATION DE CES TECHNIQUES A MADAGASCAR

Ces techniques aujourd'hui largement utilisées en Amérique Latine, principalement, sont en phase de diffusion dans quelques régions agricoles de Madagascar, notamment les Hautes-Terres et le Sud-Ouest, et en début d'installation dans le Sud-Est, l'Ouest et le Moyen-Ouest du pays.

4.1. Semis direct sur les Hautes-Terres

Sur les Hautes-Terres (Lac Alaotra, environs d'Antananarivo, région d'Antsirabé : Sols ferrallitiques dégradés, pauvres en matière organique, altitude de 800 à 1500 m, pluviométrie : 1200 à 1400 mm) les divers systèmes suivants sont en cours d'adoption par les agriculteurs :

Culture sur couvertures mortes

Diverses cultures : maïs, haricot, soja, tomates, pommes de terre, patates douces, sont pratiquées sur « couvertures mortes ».

Ces couvertures sont constituées de diverses manières :

- Pailles de riz ou pailles de « bozaka », récoltées hors de l'exploitation et rapportées par l'agriculteur sur sa parcelle.
- Résidus des cultures précédentes produisant des pailles : maïs, blé ou avoine.
- Résidus de cultures précédentes dont les tiges séchées recouvrent la parcelle : crotalaires, soja.

Cultures sur couvertures vives

Les itinéraires suivants sont les plus répandus :

- Sur couvertures vives à base de graminées : cultures de soja, haricot sur couverture de « kikuyu » (*pennisetum clandestinum*) ou de « brachiaria Rusiziensis ».
- Sur couvertures vive à base de légumineuses : culture de maïs sur « *Desmodium uncinatum* » ou couverture de « *cassia rotundifolia* », culture de riz pluvial pour laquelle le seul itinéraire performant, pour l'heure, consiste à l'implanter sur les tiges couchées d'un précédent de Crotalaires.

4.2. Semis direct dans le Sud-Ouest

Dans le Sus-Ouest (environ de Tuléar – Sakaraha – Andranovory : sols ferrallitiques, évolués sableux parfois salés, climat semi aride 400 à 800 mm de pluie) les itinéraires suivants peuvent être proposées :

- Culture de céréales – maïs, mil, sorgho – sur couverture de légumineuses, vigna dolique.
- Cultures de légumineuses – soja, haricot – sur pailles de céréales (maïs – mil – Sorgho).
- Culture de coton par semis direct sur les mêmes pailles.

5. LES EFFETS DES TECHNIQUES DE « SEMIS DIRECT »

L'application par les agriculteurs des techniques proposées de « semis direct sur couvertures permanentes des sols » génère au niveau des exploitations paysannes concernées, les effets bénéfiques suivants.

5.1. Contrôle des phénomènes de dégradation du milieu

Les techniques ont divers effets en terme d'amélioration physique des terroirs agricoles concernés :

- Contrôle du processus d'érosion des sols, la couverture permanente des sols assurée constituant une protection quasi parfaite contre l'érosion de surface.

Perte	Terres labourées	Sols sous couverture végétale
En terre (T/ha)	20,7	0,2 à 0,3

- Conservation des ressources en eau, la couverture végétale permanente assurant une bonne maîtrise du ruissellement, donc :
 - conservation de l'eau par le ruissellement
 - régulation de l'érosion provoquée par le ruissellement
- Contrôle des maladies et ravageurs des cultures

La présence sur les parcelles d'une couverture végétale permanente assure tout à la fois :

- une bonne protection contre les mauvaises herbes susceptibles d'envahir les cultures
- un bon contrôle de certains ravageurs (vers blanc de la canne à sucre et autres insectes du sol et des parties aériennes...) et maladies de cultures (bactériose des solanées...)

5.2. Amélioration de la productivité technique des exploitations

- Les modes de gestion des sols et cultures avec couvertures permanente génèrent tout à la fois :
 - restauration et amélioration de la fertilité des sols grâce tout à la fois
 - à l'amélioration des caractéristiques physico-chimique des sols (stabilité structurale et macroporosité, recyclage des éléments minéraux et enrichissement en azote...)
 - à l'amélioration des caractéristiques biologiques (effets de la biomasse sur l'activité micro-biologique...)

Amélioration de la fertilité des sols (résultats après 3 ans d'essais à Antsirabé)

Caractéristique	Parcelle labourée	Parcelle sous résidus de récolte	Parcelle sous couverture vive
Matière organique totale (%)	6,78	7,79	7,24
Complexe absorbant			
· Ca (mcq/100 g)	0,24	0,57	0,96
· Mg (mcq/100 g)	0,20	0,25	0,46
Phosphore assim. (Olsen – ppm)	1,2	2,4	2,5

- une amélioration de la productivité des cultures (légère amélioration des rendements...)

Amélioration de la productivité des cultures (Ferme d'Antsirabé au cours des 4 premières années d'essai)

Productivité (kg/ha)	Maïs	Haricot	Riz (sur 3 ans)	Soja	Coton (après 2 ans à Sakaraha)
Parcelles labourées	2.102	438	1.482	984	1.000 kg
Parcelles sous couverture morte	3.264	580	1.974	1.905	2.500 kg
Parcelles sous couverture vive	3.651	446	-	1.422	

5.3. Amélioration de la productivité économique des exploitations

- Les techniques de gestion des sols sur couvertures permanentes génèrent par ailleurs une **amélioration très nette de la productivité économique** des exploitations se traduisant notamment par :
 - **amélioration très nette de la productivité du travail** des agriculteurs grâce à la suppression du travail du sol et la réduction de certaines autres interventions (sarclages...), et globalement la diminution de la pénibilité du travail sur l'exploitation...

Abaissement des temps de travaux (ferme d'Antsirabé, après 4 ans d'essais).

Temps de travaux (en homme-jour/ha)	Maïs	Haricot	Riz (sur 3 ans)	Soja
Labour	193	174	194	202
Couverture morte	82	92	75	91
Couverture vive	90	89	-	89

- **une diversification des productions** de l'exploitation grâce à la valorisation de la couverture végétale soit en l'état (production de fourrages), soit par du bétail (vaches laitières).
- Par ailleurs, l'amélioration assurée grâce aux propositions techniques diffusées de la productivité des exploitations de Tanety doivent par conséquent, induire l'amélioration de la productivité des bas-fonds et des rizières grâce notamment :
 - au contrôle total de l'érosion sur les terrains couverts assurant la protection contre l'ensablement.
 - à la régulation du débit des cours d'eau en aval et la réduction de leur charge solide.

5.4. Lutte contre la pauvreté et la sous-nutrition

- Les effets positifs identifiés plus haut en terme d'amélioration de la productivité et de diversification des productions doivent induire tout à la fois :
 - une meilleure couverture des besoins alimentaires des paysans d'où une plus grande sécurité alimentaire,
 - un accroissement de leurs revenus, d'où une diminution de la pauvreté.

5.5. Formation des hommes et structuration professionnelle

- L'adoption de ces techniques se traduit par la formation adaptée à une gestion durable des systèmes cultivés d'un grand nombre des acteurs de terrain engagés à Madagascar sur cette problématique de développement et conservation des sols : chercheurs, agronomes, techniciens des opérateurs, paysans...
- Reposant sur une démarche participative à tous les niveaux de son exécution, elle devrait par ailleurs contribuer à la consolidation de l'organisation professionnelle des populations rurales concernées, notamment par la dynamique de regroupement suscitée autour des sites physiques d'intervention sur le terrain.

CONCLUSION

- Les travaux conduits jusque-là se sont traduits par l'adoption, encore limitée, d'un certain nombre de systèmes adaptés aux différentes régions et parmi lesquels on peut citer :
 - sur les Hautes-Terres, systèmes de culture de maïs-haricot, soja, tomates, pommes de terres, manioc, conduits
 - sur couverture mortes (pailles de riz ou de mauvaises herbes rapportées sur la parcelle, résidus de cultures précédentes à pailles ou à tiges séchées).
 - sur couvertures vives (soja et haricot sur graminées *Brachiaria Ruzidensis*, Kikuyu grass – maïs sur *Desmodium* ou *cassia Rotadifolia*, *Arachis Pinto*)
 - L'application de ces techniques a généré chez les agriculteurs concernés un certain nombre d'effets bénéfiques :
 - contrôle total des phénomènes d'érosion et de certains ravageurs et maladies des cultures
 - amélioration progressive de la fertilité des sols et de la productivité des cultures
 - amélioration de la productivité du travail (abaissement des temps de travaux) et diversification des productions.
- De ce fait, l'adaptation et la diffusion dans les zones rurales de Madagascar des systèmes de culture par semis direct sur couvertures permanentes des sols devraient induire à moyen terme au travers de la professionnalisation des hommes et le redressement de la productivité des exploitations paysannes, une amélioration très nette des conditions de vie des populations qui devrait être très nettement renforcée par la consolidation engagée des travaux depuis 1988, la plus forte implication de la recherche sur la démarche, et le partage organisé au travers de la régionalisation.

BIBLIOGRAPHIE

- L'ANAE, 1995. Etude de faisabilité technique pour le Programme Environnement 2 - 1997-2001. Plan d'Action Environnement - Phase 2, Composante « Conservation des sols et amélioration du cadre de vie rural ». Antananarivo, 93 p. + annexes.
- FELBER R., RAJOHARISON J., 1995. Gestion des sols et cultures avec des couvertures végétales permanentes. Premières expériences du Centre FAFIALA. Expérimentation n° 16, 63 p + annexe.
- JULIEN P., RAKOTONDRALAMBO P., RAZANAMPARANY C., RAZAFINTSALAMA H., MOSSA N., 1993. Rapport de campagne, saison et contre-saison 1992/1993. Fermes mécanisées KOBAMA. 19 p.
- KOBAMA, 1994. Rapport de campagne, saison et contre-saison 1993/1994. Opération Blé de fermes. 33 p.
- MICHELLON R., 1989. Protection de l'environnement. *Séminaire sur la DRS, Commission de l'Océan Indien, 9 au 16 Nov. 1989, Anjouan (Comores)*. Rapport de synthèse CEE, 15 p.
- MICHELLON R., 1991. Propositions d'expérimentation pour l'amélioration des systèmes de culture pluviaux au Lac Alaotra. C. R. de mission d'appui au projet Imamba-Ivakaka - 7 au 13 juin 1991 - CIRAD-IRAT, 18 p.
- MICHELLON R., 1995. Gestion des sols avec couvertures végétales. Mission d'appui au centre FAFIALA à Madagascar - 18 au 30 mars 1995. CIRAD, 31 p. + annexes.
- MICHELLON R., 1996. Baie de Baly : systèmes de production durables pour la zone périphérique. CIRAD et Consortium ONF-ORGASYS, 18 p.
- MICHELLON R., 1996. Kirindy Sud (Belo-sur-Mer) : systèmes de production durables pour la zone périphérique. Consortium CIRAD-ORGASYS, 16 p.
- MICHELLON R., 1996. Modes de gestion écologique des sols et systèmes de culture à base de géranium dans les Hauts de l'Ouest de la Réunion. CIRAD-CA-APAFP. n° 42, 103 p.
- MICHELLON R. et TECHER P., 1996. Gestion agrobiologique des sols : guide pour la mise en place d'itinéraires techniques dans les Hauts sous le vent de la Réunion. CIRAD-CA-APAFP. n°50, 91 p.
- MICHELLON R., SEGUY L., PERRETS S., 1996. Géranium rosat : conception de systèmes durables avec couverture herbacée. 15^{ème} journées internationales huiles essentielles du 5 au 7 septembre 1996. APAFP, Digne les Bains. 14 p. + poster.
- ONF, FOFIFA, ANAE, CIRAD, 1996. Bilan et évaluation des travaux et réalisations en matière de conservation des sols à Madagascar.
- PERRETS S., MICHELLON R., BOYER J., TASSIN J., 1996. Soil rehabilitation an erosion control though agro-ecological practices en Reunion Island (French Overseas Territory, Indian Ocean). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 59 : 149-157.
- RAKOTONDRALAMBO P., 1996. Les systèmes de culture à base de semis direct avec cultures permanente des sols. ONG TAFI, Séminaire « Le développement de la riziculture pluviale et aquatique d'altitude à Madagascar ». FOFIFA-CIRAD, Antananarivo, 29 mars au 5 avril 1996. 13 p.

- RAKOTONDRALAMBO P., RAZANAMPARANY C., RAZAFINTSALAMA H., 1995. Rapport de synthèse des résultats d'expérimentations. Ferme Andranomanelatra, Antsirabe. ONG TAFSA, 10 p. + annexes.
- RANDRIANAIVOARIVONY J.-M., 1994. Etude de la technique de semis direct sur les cultures de soja, de blé, de maïs, de haricot et de riz pluvial sur couverture morte et vive en saison pluvieuse 1992/1993 et 1993/1994. MDRRF-FIFAMANOR, 14 p.
- RAUNET M., 1996. Madagascar. Bibliographie autour des thèmes de la durabilité des espaces agraires et de la Conservation des sols. CIRAD :
Tome I : Auteurs, 202 p. ; Tome II : Le milieu naturel, 178p. ;
Tome III : Milieu humain, 129 p. ; Tome IV : Réalisations, Projets, Etudes, 112 p. ;
Tome V : Agronomie, Elevage, 101 p. ; Tome VI : Zones écologiques, 210 p.
- RAZAFINTSALAMA H., 1995. Rapport de campagne 1994-1995. ONG TAFSA, Projet Sud-Ouest, 44 p.
- RAZAFINTSALAMA H., 1996. Rapport de campagne 1995-1996. ONG TAFSA, Projet Sud-Ouest, 39 p. + annexes.
- SEGUY L., 1990. Mission d'appui à Madagascar du 29 mars au 9 avril 1990.
- SEGUY L., 1991. Mission d'appui à Madagascar du 18 au 26 mars 1991. Document de travail.
- SEGUY L., 1992. Mission d'appui technique IRAT-CIRAD à l'opération « fermes mécanisées de la KOBAMA » du 2 au 10 avril 1992, 35 p.
- SEGUY L., 1993. Mission d'appui technique CIRAD-CA à l'opération « fermes mécanisées de la KOBAMA » 27 p. + annexes.
- SEGUY L., 1993. Systèmes de culture pour la région Centre-Nord de l'Etat du Mato Grosso. Recommandations techniques. CIRAD-CA, COOPERLUCAS, RHODIA AGRO S. A., 58 p.
- SEGUY L., 1994. Rapport de mission à Madagascar - 24 mars au 9 avril 1994. CIRAD, 79 p.
- SEGUY L., 1995. Rapport de mission à Madagascar - 13 au 31 mars 1995. CIRAD, 128 p.
- SEGUY L., 1996. Rapport de mission à Madagascar - 17 au 31 mars 1996. CIRAD APAFP n° 38, 55 p.
- SEGUY L., BOUZINAC S., 1996. Du transfert de technologies Nord-Sud aux systèmes de semis direct en zone tropicale humide. Concepts et réalisations : le fonctionnement de l'écosystème forestier adapté aux systèmes de cultures continus à base de graines et aux systèmes intégrant production de grain et élevage. Dossier CIRAD6CA RHODIA, Brésil. 163 p. + annexes.
- SEGUY L., BOUZINAC S., 1996. Les systèmes de culture mécanisés à base de coton, préservateurs de l'environnement. Les dossiers du CIRAD-CA RHODIA. Groupe MAEDA, 130 p. + annexes.
- TAFSA, 1995. Rapport de campagne 1994-1995. ONG TAFSA, Convention TAFSA FIFAMANOR, 36 p. + annexes.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Reboul, J. L. - Systèmes de cultures sans labour par semis direct sur couvertures permanentes des sols : adaptation et diffusion à Madagascar, pp. 441-455, Bulletin du RESEAU EROSION n° 19, 1999.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr