

LE SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE VÉGÉTALE PERMANENTE (SCV)

Une solution alternative aux
systèmes de culture conventionnels
dans les pays du Sud



GRUPE AGENCE
FRANÇAISE DE
DÉVELOPPEMENT

Préface

Note aux lecteurs

Présentation du PTA

Les SCV en bref

Le pionnier de la recherche française sur les SCV répond à nos questions

Thème 1 - Les SCV : définition, principes, fonctionnement et intérêts

1.1 Le système de culture en semis direct sur couverture végétale permanente (SCV)

1.2 Histoire : du semis direct aux SCV

1.3 Les principes fondamentaux des SCV

1.4 Bénéfices agronomiques et environnementaux des SCV

1.5 Bénéfices économiques des SCV

1.6 Terminologie autour de l'agriculture de conservation

Thème 2 - SCV et enjeux environnementaux mondiaux

2.1 SCV, dégradation des terres et désertification

2.2 SCV et biodiversité

2.2 SCV, séquestration du carbone et changement climatique

Thème 3 - Dispositifs de recherche-action sur les SCV dans différents pays

3.1 Les systèmes cotonniers du Nord-Cameroun
a. Mise en place de SCV céréale/coton sur couverture morte
b. Les principaux impacts

3.2 Les SCV au Laos
a. Mise en place d'un programme national en agroécologie
b. Les principaux impacts

3.3 Les SCV à Madagascar
a. Mise en place de techniques agro-écologiques pour des écologies variées
b. Les principaux impacts

3.4 Les systèmes céréaliers du nord de la Tunisie
a. Mise en place de SCV de céréales sur couverture morte
b. Les principaux impacts

Thème 4 - Formation, diffusion et appropriation des SCV

4.1 Les SCV : de la recherche à la diffusion

4.2 Appropriation des SCV par les agriculteurs

Testez vos connaissances sur les SCV...

Sites Internet

Lexique - Acronymes et abréviations



Jean-Yves Grosclaude,
Directeur du Département
du développement rural,
environnement et ressources naturelles
de l'AFD

Jean-Christophe Deberre,
Directeur de la Direction
des Politiques et du développement
de la DGCID

Marc-Antoine Martin,
Secrétaire Général
du FFEM

Gérard Matheron,
Directeur Général
du Cirad

Depuis toujours, les agriculteurs du Sud comme du Nord doivent faire face à des problèmes de dégradation graves des sols par érosion hydrique et éolienne dont les conséquences se font sentir bien au-delà des zones de départ. Cette dégradation et la perte des ressources naturelles qu'elle engendre ont des conséquences sociales et économiques très graves : pauvreté, famine, migrations. Chacun a en mémoire le « *dust bowl* », ce nuage de « poussières » qui a assombri les grandes plaines céréalières américaines dans les années trente. Le travail abusif des sols et la pratique excessive de la monoculture en étaient les principaux responsables.

La recherche de systèmes de culture alternatifs à l'agriculture conventionnelle est désormais devenue une nécessité, afin de conserver et de restaurer la fertilité des sols agricoles. Dans les années soixante aux États-Unis, de nouvelles pratiques agricoles ont été testées à ce titre, les systèmes de semis direct sur couverture végétale (SCV), alliant deux grands principes : absence de travail du sol et maintien des résidus de culture. Parti des États-Unis puis perfectionné au Brésil, ce mouvement s'est ensuite étendu à toute l'Amérique Latine, à l'Australie, à l'Asie puis à l'Europe (y compris la France) et enfin à l'Afrique. Aujourd'hui plus de 95 millions d'hectares dans le monde sont cultivés en semis direct. Dans les années 1980, dans les *cerrados* brésiliens puis dans les zones de petite agriculture familiale, le Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) et ses partenaires brésiliens ont réussi à adapter les principes du semis direct sur couverture végétale permanente aux conditions de l'agriculture tropicale. Depuis bientôt 10 ans, l'AFD (Agence Française de Développement), le FFEM (Fonds Français pour l'Environnement Mondial) et le MAE (ministère des Affaires étrangères) apportent leur appui à l'adaptation et à la diffusion de cette « agriculture durable » dans le cadre de projets de développement rural dans les pays du Sud, dans des contextes agro-écologiques et socio-économiques très variés.

Ce dossier, consacré à cette nouvelle agriculture, est le fruit d'une collaboration entre l'AFD, le Cirad, le MAE et le FFEM. Il a pour objectif de faire connaître cette véritable révolution agronomique au-delà du petit cercle des chercheurs impliqués. Nous espérons que ce dossier apportera une contribution utile aux efforts déployés par tous les partenaires des actions soutenues par l'aide française dans ce domaine, pour promouvoir une agriculture à la fois rentable et durable. La dégradation des sols dans le monde n'est pas une fatalité. Nous pouvons donner aux générations actuelles et futures les moyens de s'en préserver.



Note aux lecteurs



NOTE...

CONCEPTION DU DOSSIER

Fruit d'une collaboration entre l'AFD, le Cirad, le MAE et le FFEM, ce dossier a pour objectif de faire connaître, au-delà du petit cercle des chercheurs et des chefs de projets impliqués dans divers programmes d'adaptation et de diffusion des pratiques de SCV à travers le monde, non seulement les principes généraux mais aussi les différentes thématiques abordées, agronomiques, écologiques et socio-économiques. Ce dossier a été conçu et réalisé par Agropolis Productions (Montpellier, France). Les présentations synthétiques, sous forme de fiches en couleurs et illustrées, formulées dans un langage accessible à tous, visent à mieux valoriser les acquis obtenus dans les différents pays où le programme transversal d'accompagnement (PTA) a contribué à la promotion de l'agroécologie et à l'évolution de l'état de l'art dans ce domaine.

OBJECTIFS

- Faire connaître les SCV à un public élargi
- Vulgariser et contribuer à la diffusion des résultats issus de la Recherche & Développement sur l'agroécologie
- Donner aux lecteurs une base de connaissances et des références pour de plus amples investigations
- Présenter des études de cas destinées à donner aux lecteurs des exemples concrets de projets réussis de mise en place de SCV dans les pays du Sud
- Sensibiliser les acteurs locaux et les décideurs à ce système de culture
- Alimenter les prospectives de diffusion des SCV

DESTINATAIRES

Le dossier s'adresse à un public élargi (mais néanmoins averti) : décideurs, étudiants, chercheurs, acteurs locaux (techniciens, ONG, services publics...), etc., français et étrangers. Devant être diffusé dans le monde entier, ce dossier doit être perçu comme une présentation générale, à adapter aux réalités et aux préoccupations spécifiques de chaque pays ou région. Dans ce but, ce dossier expose la théorie des SCV, des études de cas concrets, des sujets transversaux et des notes de réflexion sur la diffusion et l'appropriation de ces techniques par les utilisateurs finaux : les agriculteurs des pays du Sud.

UN DOSSIER EN DEUX PARTIES

La pochette de gauche inclut les fiches traitant de la théorie des SCV (principes, impacts, thèmes transversaux). La pochette de droite inclut les fiches présentant des aspects concrets des SCV (études de cas, diffusion et adoption des SCV).

QUATRE GRANDS THÈMES

- 1 Les systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale permanente (SCV) : définition, principes, fonctionnement et intérêts
- 2 SCV et enjeux environnementaux mondiaux
- 3 Dispositifs de recherche-action sur les SCV dans différents pays
- 4 Formation, diffusion et appropriation des SCV

Chaque partie est constituée de plusieurs fiches de même couleur, chacune étant indépendante des autres. La première fiche de chaque thème présente le thème dans son ensemble, le sommaire et une section « En savoir plus » qui inclut les principales références bibliographiques et sites Internet consultés sur le sujet. Sans être exhaustives, ces fiches donnent des repères pour la réflexion et la compréhension de thématiques particulières. Les contacts de personnes ressources sont inclus dans chacune des fiches afin de permettre à toute personne intéressée d'aller plus loin. Chaque fiche peut donc être lue séparément. Néanmoins, des renvois pertinents sont réalisés dans le texte afin que le lecteur intéressé par un sujet précis qui est détaillé dans une autre fiche puisse s'y référer. Le renvoi se fait grâce à une icône de la couleur du thème et comportant le numéro de la fiche à laquelle on se réfère.

GLOSSAIRE

Les mots ou expressions soulignés dans le texte du dossier sont expliqués dans une fiche à part à la fin du dossier.

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

Ils sont accompagnés de leurs dénominations dans une fiche à part à la fin du dossier.



CRÉDITS

Sous la direction de

Constance Corbier-Barthaux (AFD), corbierc@afd.fr
et Jean-François Richard (AFD), richardjf@afd.fr

Coordonnateurs scientifiques :

Lucien Séguy (Cirad), lucien.seguy@cirad.fr
et Michel Raunet (Cirad), michel.raunet@cirad.fr

Ont participé à ce dossier :

Abou Abba Abdoulaye, Oumarou Balarabe, Moncef Ben Hammouda,
Marc Bied-Charreton, Bounthong Bouahom,
Serge Bouzinac, Christine Casino, Constance Corbier-Barthaux,
Christophe Du Castel, Estelle Godart, Olivier Husson, Jean-François Jullien,
Denis Loyer, Khalifa M'Hedbi, Krishna Naudin, Rakotondramanana,
Michel Raunet, Jean-François Richard, Lucien Séguy, Florent Tivet

Remerciements aux auteurs des photos utilisées

Conception, réalisation et iconographie :

Isabelle Amsallem (Agropolis Productions)
agropolisproductions@orange.fr

Conception graphique et infographie :

Olivier Piau (Agropolis Productions)
agropolisproductions@orange.fr

Impression :

Les Petites Affiches (Montpellier, France)

Imprimé :

à 1 000 exemplaires sur du papier recyclé (*Cyclus Print*®)
avec des encres sans solvant
© AFD, novembre 2006

Pour référence : AFD, 2006. *Le semis direct sur couverture végétale permanente (SCV)*. Paris, France.

Le Plan d'action agro-écologie



© V. Naudin

LE PAA

Le Plan d'action global agro-écologie (PAA) regroupe les efforts des principaux acteurs de l'aide française : le ministère des Affaires étrangères (MAE - DGCID), l'Agence Française de Développement (AFD), le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM).

Son objectif principal est de mettre au point, dans des sites choisis dans cinq pays pilotes de la « zone de solidarité prioritaire » (ZSP) : Tunisie, Mali, Laos, Madagascar, Cameroun, des systèmes fondés sur ces méthodes agro-écologiques, adaptés aux différentes contraintes et besoins des agriculteurs, et de tester leurs forces et leurs faiblesses, en vue d'une éventuelle diffusion/adoption à l'échelle du pays. Le PAA inclut deux composantes principales :

- **Un ensemble de projets d'adaptation des techniques agro-écologiques dans des pays représentatifs de la ZSP** et présentant un éventail de zones agro-climatiques et de contextes socio-économiques. Ces projets sont en général intégrés sous forme de volets de recherche-développement en agro-écologie, dans des programmes plus larges de développement rural de l'AFD et bénéficient d'un concours du FFEM portant essentiellement sur le cofinancement de l'assistance technique à parité avec le Cirad.
- **Un programme transversal d'accompagnement (PTA)** ayant pour objectif d'assurer la cohérence des différentes actions, les appuis techniques complémentaires, la communication et l'échange entre les différentes expériences, la capitalisation et la transmission des connaissances. Le programme, a démarré en 2000.

Le PAA est dirigé par un comité de pilotage comprenant le MAE, l'AFD, le FFEM et le Cirad. Il est présidé par le MAE/DGCID et l'AFD en assure le Secrétariat.

LE PROGRAMME TRANSVERSAL D'ACCOMPAGNEMENT (PTA)

Le PTA inclut cinq composantes :

• COMPOSANTE 1 : Appui à l'identification de projets

- *Facilitation de l'identification et du financement de projets de développement rural* incluant un volet agro-écologie, notamment en complétant les études de faisabilité du projet par une expertise spécifique dans le domaine de l'agro-écologie et en réalisant des études socio-économiques complémentaires.
- *Financement de voyages de sensibilisation de décideurs.*

• COMPOSANTE 2 : Accompagnement des projets

L'objectif de cette composante est d'assurer l'appui technique et l'accompagnement scientifique des projets pilotes mis en place afin d'assurer une diffusion rapide de ces innovations :

- *Expertises pendant la mise en oeuvre des volets agro-écologie*, sous forme de missions d'appui ponctuelles pour favoriser le développement de ces techniques innovantes. Les acquis techniques de certains projets pilotes sont ainsi rapidement diffusés dans d'autres pays.
- *Travaux méthodologiques sur l'adaptation des nouvelles techniques.* On dispose d'un référentiel technique important au Brésil, en zone tropicale humide et semi-humide dans un contexte de grande agriculture mécanisée. Pour les zones plus sèches, dans un contexte de petite agriculture paysanne, les référentiels techniques sont plus rares.
- *Mise en place d'un suivi-évaluation des actions réalisées.* Des missions régulières de suivi-évaluation dans les différents pays concernés ont permis de mener une approche comparative des différents projets, et d'identifier les obstacles à la diffusion de ces techniques.

• COMPOSANTE 3 : Capitalisation, formation et diffusion des résultats

Un effort particulier de formation et de dissémination des résultats a été fourni par :

- *La formation et les échanges d'expériences* sous forme d'ateliers, de voyages d'étude, de formation. Ils s'adressent à un public aussi large que possible dans les pays du Sud.
- *La communication et la valorisation des résultats* : création d'un site Internet, mise en place de réseaux, diffusion régulière d'une lettre d'information, publication de documents techniques de vulgarisation.

• COMPOSANTE 4 : Évaluation de la séquestration de carbone

Dans la perspective des mécanismes de Kyoto et d'un marché du carbone, la capacité de séquestration de l'agro-écologie pourrait devenir une source de subvention pour l'agriculture des pays du Sud.

• COMPOSANTE 5 : Suivi et contrôle du programme transversal

Audits financiers, évaluation externe en fin de projet, appui au secrétariat du Comité de Pilotage, pour assurer le suivi et la coordination du programme transversal.

LES DIFFÉRENTS ACTEURS DU PAA

Différents types d'institutions françaises participent au PTA :

• AFD, Agence française de développement

Opérateur pivot de l'aide publique au développement française, sous la double tutelle du MAE et du ministère des Finances, l'AFD a pour mission de participer au financement des projets/programmes de développement économique et social dans de nombreux pays étrangers. Elle intervient sur les cinq continents pour la réduction de la pauvreté, le financement de la croissance économique et la protection des biens publics mondiaux. Elle inscrit ses actions dans le cadre des objectifs du millénaire pour le développement.

Pour plus d'informations, consulter le site de l'AFD : www.afd.fr

• MAE, Ministère des Affaires étrangères - DGCID (Direction Générale de la Coopération Internationale et du Développement)

Le MAE, représentant politique de la France auprès des gouvernements et institutions étrangères, a pour mission d'élaborer la politique extérieure de la France. Il conduit et coordonne les relations internationales et est le porte parole politique. La DGCID aux côtés de la direction du Trésor, élabore les stratégies de l'aide publique au développement – stratégies pays et orientations sectorielles - et mène les réflexions sur l'aide publique au développement. Le MAE – DGCID soutient le PAA car il apporte des éléments de réponse à des enjeux tels que la sécurité alimentaire, la lutte contre la désertification et la protection de l'environnement, qui font partie de ses stratégies d'action.

Pour plus d'informations, consulter le site du MAE : www.diplomatie.gouv.fr/fr/

• FFEM, Fonds Français pour l'Environnement Mondial

Créé en 1994 par le Gouvernement français à la suite du Sommet de Rio, le FFEM est un fond public bilatéral qui a pour objectif de favoriser la protection de l'environnement mondial en cofinçant des projets de développement durable dans les pays en développement et en transition. Le FFEM contribue au financement du PAA au titre de la lutte contre l'effet de serre. En effet, les techniques culturales mises en œuvre ont un impact positif sur la séquestration de carbone dans les sols et réduisent de ce fait les stocks de carbone atmosphérique. En outre, ces techniques culturales ont un impact positif en matière de lutte contre la désertification et sur le régime des eaux de surface.

Pour plus d'informations, consulter le site du FFEM : www.ffem.net

• Cirad, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

Le Cirad est l'institut français de recherche agronomique au service du développement des pays du Sud et de l'outre-mer français. Il privilégie la recherche en partenariat. Le Cirad a choisi le développement durable comme ligne de force de son action à travers le monde. Il intervient par des recherches et expérimentations, des actions de formation, d'information et d'innovation, et des expertises. Ses compétences relèvent des sciences du vivant, des sciences humaines et des sciences de l'ingénieur, appliquées à l'agriculture et l'alimentation, à la gestion des ressources naturelles et aux sociétés.

Pour plus d'informations, consulter le site du Cirad : www.cirad.fr



© F. Tivet

Et avec la participation de :

• Jean-Claude Quillet, agriculteur français

Jean-Claude Quillet possède une exploitation agricole en Touraine, dans l'ouest de la France, où il cultive des céréales fourragères. Il a découvert il y a plus de 10 ans les techniques d'agro-écologie suite à des échanges avec des agriculteurs du Brésil et d'Argentine. Aujourd'hui, l'ensemble de son exploitation est cultivée selon les méthodes du SCV. Il contribue actuellement aux échanges Sud-Nord pour promouvoir ce type d'agriculture, en apportant aux agriculteurs son expertise technique dans le cadre des différents projets.

• Claude Bourguignon, Directeur du Laboratoire d'Analyse Microbiologique des Sols, L.A.M.S.

Le L.A.M.S. est un laboratoire qui effectue des analyses ou des expertises de sol pour les agriculteurs et les professionnels en France et à l'étranger. Il aide également les agriculteurs à développer les techniques culturales simplifiées ou les SCV en fonction de l'état de leur sol, et de leur zone pédoclimatique. Le L.A.M.S. apporte aussi ses conseils et ses analyses pour une meilleure gestion des sols. Il est un centre de formation agréé pour les professionnels du secteur agricole et dispense des stages personnalisés dans des domaines très précis comme la viticulture et la céréaliculture. ■

Pour plus d'informations, consulter le site du L.A.M.S. : www.lams-21.com

Les SCV en bref

Mémento des SCV à l'usage des lecteurs pressés...

© V. Naudin

EN BREF

Face aux enjeux environnementaux planétaires actuels – désertification, perte de la biodiversité, réchauffement climatique -, il est urgent que l'humanité change ses comportements et ses pratiques agressives pour l'environnement, notamment en agriculture. On connaît les impacts négatifs des pratiques agricoles conventionnelles : dégradation des terres, érosion des sols, baisse de la biodiversité, pollution, désertification..., et toutes leurs conséquences sociales dramatiques (famine, pauvreté, migrations,...). Il est temps de changer ! Du fait de la croissance démographique les besoins alimentaires planétaires sont et seront de plus en plus importants. Il est impératif d'accroître la production agricole afin de satisfaire ces besoins. Désormais, les systèmes agricoles permettant de relever ces challenges doivent alors être aussi bien productifs et profitables que durables. Ils doivent augmenter la production et sa qualité, améliorer les revenus des paysans tout en protégeant les ressources naturelles et l'environnement. Avec leurs nombreux impacts positifs sur la parcelle mais aussi au niveau planétaire, les SCV répondent à ce lourd cahier des charges aussi bien dans les pays du Sud que dans ceux du Nord...

■ Que sont les SCV ?

Les SCV constituent une nouvelle approche de l'agriculture qui permet de s'affranchir du labour avec des effets à court-moyen terme sur l'arrêt de l'érosion, l'amélioration de la fertilité des sols et la stabilisation, voire l'augmentation des rendements même sur des terres réputées incultes, ainsi que la réduction de la consommation des carburants. C'est une innovation qui met en oeuvre trois grands principes au niveau de la parcelle : pas de travail du sol, couverture végétale permanente du sol, des successions ou rotations culturales judicieuses en association avec des plantes de couverture.

■ Comment ça marche ?

Ces techniques consistent à semer directement dans une couverture végétale laissée en permanence (résidus de la culture précédente laissés en place et renforcés par des biomasses de couverture mortes ou vivantes). Celle-ci protège le sol de l'agression des pluies et nourrit les micro-organismes qui font vivre un sol et sa fertilité. L'utilisation de plantes à enracinement fort et efficace (chevelu restructurant des graminées, pivot puissant des légumineuses fixatrices de l'azote de l'air) dans la succession de cultures permet un travail biologique remarquable du sol en coopération avec les vers de terre protégés par l'absence de labour.



© L. Ségué

■ Où se pratiquent-ils ?

En 2005, 95 millions d'hectares en semis direct existaient dans le monde. Les SCV sont notamment mis en œuvre à très grande échelle au Brésil (près de 24 millions d'hectares en 2005). Grâce aux travaux du Cirad (L. Ségué), ils ont été aussi adaptés (ou sont en cours d'adaptation) à la petite agriculture familiale des pays du Sud (Madagascar, Mali, Laos, Cambodge, etc.). En effet, les SCV peuvent s'adapter et être développés dans la plupart des conditions socio-économiques et agro-climatiques de la planète et offrent même des possibilités de récupération de terres libres (mais incultes) dans les conditions d'agriculture traditionnelle avec travail du sol.

■ Quels sont les atouts des SCV ?

Les SCV présentent des avantages importants dans les domaines agronomiques, environnementaux et socio-économiques :

- **Sur le plan agro-environnemental**, ils stoppent l'érosion des sols qui provoque l'engorgement et la destruction des cultures et des infrastructures en aval (ouvrages hydro-agricoles très coûteux, routes et fossés). En restaurant le couvert végétal, ils contrôlent le ruissellement, relancent l'activité biologique des sols, limitent les besoins en eau et séquestrent du carbone dans les sols (1 à 2 t/ha de carbone par an suivant les écosystèmes), contribuant ainsi à la lutte contre le changement climatique. Les SCV diminuent également la pression des maladies et des ravageurs sur la plupart des cultures dans toutes les conditions pédo-climatiques.
- **Sur le plan social et économique**, les SCV diminuent fortement les travaux de désherbage et de travail du sol ainsi que les coûts de main d'œuvre et d'équipement qui y sont liés. Les rendements se stabilisent, voire augmentent, dans des conditions climatiques et des systèmes d'exploitation très divers. De plus, les SCV ne requièrent pas d'équipement de masse en tracteurs, ni d'utilisation massive de fertilisants inabordable pour les paysans les plus pauvres. Les SCV concernent autant un petit agriculteur qui a un quart d'hectare qu'un gros propriétaire terrien !

■ Pourquoi ces techniques intéressent les paysans même les plus pauvres ?

Ces techniques connaissent un succès intéressant auprès des paysans en raison de l'augmentation de revenus qu'elles permettent, de la diminution de la pénibilité et du temps de travail du regain de biodiversité (diversification des productions) et donc de la sécurité alimentaire et économique engendrée. Les bénéfices pour les agriculteurs et premièrement, les augmentations de rendement et les économies financières, constituent les pôles d'attraction majeurs des agriculteurs. Les bénéfices pour la société et l'environnement peuvent être un deuxième niveau de motivation pour eux, mais présentent principalement un intérêt pour les gouvernements et la communauté internationale (protocole de Kyoto, aménagement du territoire, etc.).

Les SCV sont compatibles avec tous les types de mécanisation, du simple outil à main aux machines utilisant l'agriculture de précision : toutes les catégories socio-économiques de paysans sont ainsi concernées. Des équipements ont été développés pour des systèmes agricoles divers. Beaucoup de plantes de couverture sont déjà connues et peuvent être adaptées aux différentes situations pédoclimatiques de la planète.

■ Vers un nouveau paradigme ?

L'adoption des SCV par les agriculteurs demande des changements majeurs tant des itinéraires techniques (parcelle) que dans l'organisation et la gestion de l'exploitation agricole et du terroir. Les SCV sont des systèmes techniques et intellectuels relativement complexes, de l'ordre de nouveaux paradigmes agricoles qui demandent des périodes de mise au point adaptatives plus ou moins longues, un important système d'acteurs et de profonds changements de mentalité pouvant concerner de quelques années à une ou deux générations. En effet, les SCV ne sont pas un simple paquet technique qu'il faut diffuser. C'est un ensemble de pratiques, méthodes, systèmes, etc., et ces changements ne s'opèrent pas du jour au lendemain ! Le processus de changement peut se heurter à des barrières culturelles et sociales liées à l'agriculture conventionnelle : le labour, des champs « propres »... Il s'agit alors de changer tout un système de pensée qui concerne les agriculteurs, mais aussi les autres acteurs aussi bien associatifs, que politiques et institutionnels.



© K. Naudin

■ Comment diffuser les SCV ?

La diffusion de cette innovation passe par un effort important de formation des paysans car il ne s'agit pas d'un paquet technique, mais bien d'un changement important au sein de l'exploitation agricole, et même de la communauté toute entière. L'enjeu est donc maintenant de permettre un accès à la formation sur ces techniques pour les paysans et les techniciens agricoles. Il s'agit ainsi d'organiser le changement social nécessaire à la diffusion à grande échelle de cette innovation.

Les agriculteurs ont besoin d'un accompagnement permanent dès le début, et dans la durée, d'une démarche d'adoption de ces techniques. Le secteur public et les organisations non gouvernementales (ONG) doivent favoriser cet accès à la connaissance et aux formations spécifiques et pratiques des agriculteurs. L'un des appuis les plus efficaces consiste en des échanges entre agriculteurs par le biais d'associations et de réseaux. Ces organisations paysannes ont en effet un rôle très important pour l'adoption, la formation, l'information et l'innovation. Les réseaux sont aussi importants pour faciliter les échanges entre pays différents ou des régions, qui peuvent rencontrer les mêmes problèmes, mais avoir des solutions différentes.

■ Quels sont les freins à l'adoption des SCV par les paysans ?

Les agriculteurs peuvent manquer de ressources financières dans la phase de transition et pour l'achat de matériel spécifique. Ils peuvent aussi avoir à faire face à une diminution provisoire de leurs revenus. Dans ce contexte, une réglementation et des programmes gouvernementaux doivent pouvoir soutenir les efforts des agriculteurs avec des primes ainsi qu'un appui actif aux organisations d'agriculteurs et aux réseaux. En effet, la peur « d'essuyer les plâtres » lors de la reconversion à ces techniques constitue le frein principal à la diffusion du semis direct.

L'adoption des SCV peut également être retardée par une politique inadéquate (subventions à l'importation par exemple) et également par des facteurs sociaux comme les droits traditionnels sur la pâture (en Afrique par exemple), des habitudes séculaires de labour, etc. L'accès aux équipements et intrants est également un des problèmes clé pour assurer l'adoption des SCV. Le secteur privé a dans ce cadre un rôle important à jouer, notamment en rendant disponibles les équipements appropriés aux SCV. ■



Système conventionnel (coton)



SCV (coton)

© M. Thiéze

Cinq mètres séparent ces deux parcelles (Nord-Cameroun)

Le pionnier de la recherche française sur les SCV répond à nos questions



Lucien Séguy, agronome au Cirad, est un chercheur engagé depuis de nombreuses années aux côtés des paysans du Sud dans la construction, la mise en place et la diffusion des SCV, notamment au Brésil où il travaille depuis 1978.

■ Que répondriez-vous à ceux qui disent que le semis direct n'est pas une agriculture biologique ?

L.S. Ils ont raison. Ce n'est pas une agriculture bio. Mais c'est pourtant une agriculture plus bio que celle bio ! Dans les SCV, on remet la biologie au cœur des relations sols-cultures, elle en est le moteur. Dans l'agriculture bio, on laboure les sols. Avec le changement climatique, on observe depuis quelques étés des pluies de type tropical avec des intensités extrêmement élevées. Le labour a comme conséquence que tout le sol part dans la rivière sous une pluviométrie comme celle là. C'est quoi cette agriculture biologique qui est capable de perdre son sol en deux ou trois pluies ? En plus, l'agriculture bio n'a pas toujours enlevé, disons, une enveloppe chimique. On s'est aperçu, en traçant les produits, qu'il y avait des pesticides malgré toutes les garanties d'un cahier des charges très complexe.

La nourriture propre n'est donc pas une garantie non plus en agriculture bio. Il n'y a peut être pas assez de suivi dans la traçabilité pour garantir une nourriture absolument propre. Mais surtout ce qui me choque le plus c'est de laisser les sols qui se sont formés durant des millénaires, à l'assaut de la première pluie. Que va-t-on faire après ? Qu'est devenu le bio ? Le bio devrait être construit sur des sols entièrement protégés sans **externalités**. Et puis, c'est sûr, il devrait être débarrassé de toutes les molécules chimiques les plus nuisibles à l'homme et à l'environnement. Le SCV, par rapport au bio, s'est préoccupé, dans sa première phase jusqu'à aujourd'hui, de contrôler complètement l'érosion et les externalités même dans les climats les plus excessifs (où il tombe 2,5 mètres d'eau). C'est déjà relever un sacré défi que de protéger les sols dans toutes les écologies !

■ Comment alors produire propre avec le SCV ?

L.S. Depuis 3-4 ans, la deuxième phase de notre travail d'équipe est l'opération baptisée « grain propre ». Il n'y aurait pas de problèmes avec les produits phytosanitaires s'ils étaient dégradés rapidement et si leurs résidus, leurs molécules, n'étaient agressifs ni pour l'environnement ni pour l'homme. Mais on sait que ce n'est pas le cas, ils sont entraînés dans d'autres milieux comme les rivières et les nappes phréatiques. Dans les SCV, c'est exactement l'inverse. Il existe un mécanisme d'explication intéressant qui mériterait d'être largement repris par les chercheurs qui s'intéressent aux mécanismes fondamentaux. Dans le SCV, les sols sont toujours sous une couche protectrice qui fait jusqu'à 15 cm (la couverture permanente) et ne sont jamais exposés. En Amazonie, si je mets des sondes thermométriques dans le sol sous la forêt et dans les parcelles SCV mitoyennes, sur le même sol, on a la même température. C'est un effet tampon de la couverture. C'est aussi un milieu nutritif pour toute la faune qui va transformer



ces matières, les fragmenter et faciliter la minéralisation de la matière organique. Quand on emploie des pesticides en SCV, ce sont les cultures et la couverture végétale qui les interceptent, et non le sol ni la faune qui y vit car, étant couvert, le sol est complètement protégé !

Deuxièmement, cette couche protectrice, si les conditions sont adéquates, se fait littéralement digérer au bout de 2-3 mois. Or les molécules chimiques qui ont échappé aux cultures, vont en SCV imprégner les litières au-dessus du sol. Comme ces litières sont digérées par toute l'activité du sol, faune et microflore, véritables réacteurs de transformation, les molécules nocives le sont aussi et, peut être, n'ont alors plus aucune nocivité. C'est là où il y a des sujets fondamentaux pour la recherche. Qu'est ce qu'il reste ensuite des molécules nocives ? Moi, je fais l'hypothèse qu'il ne reste rien. C'est un système auto-épurateur. Il se nettoie tout seul par voie biologique. Toutes les tendances que l'on a mesurées sur ce mécanisme montrent une convergence, un début de démonstration. Mais je vais plus loin, comme je n'en ai pas encore la totale conviction et qu'il faudrait le démontrer sous tous les climats et tous les types de couverture, j'enlève progressivement la chimie des systèmes SCV et j'y mets des molécules organiques à la place tant est que l'on peut les généraliser sur de grandes surfaces* et que leurs coûts ne sont pas supérieurs à ceux des systèmes conduits en « tout chimique », avec des performances équivalentes. Je commence à faire cela en France et dans d'autres pays. Les molécules qui restent dans les grains et le sol sont ensuite analysées par les outils de laboratoire les plus perfectionnés. J'analyse actuellement 138 molécules. Je veux être sûr que le digesteur nous débarrasse de toutes les molécules méchantes pour l'homme et l'environnement.

La première bataille est celle de l'eau, pas celle du carbone. Si l'on réduisait drastiquement les nitrates et les pesticides, eh bien, au bout de 4-5 ans, les nappes seraient probablement propres. Avec les SCV, tout est intercepté et digéré dans les couvertures. Les nitrates, hors besoins des cultures, sont réorganisés en azote organique immédiatement. Dans plusieurs régions de France, avec des hivers où il pleut beaucoup, il n'y a pas de nitrates en dessous de 30 cm (mesures effectuées par diverses chambres d'agriculture). C'est peut être la plus grande révolution apportée par les SCV !

* La panoplie de molécules organiques actuellement ajustées dans les SCV fait appel à de l'humus liquide pour substituer une partie des engrais, des éliciteurs pour remplacer les fongicides et stimuler les défenses immunitaires des cultures, des dérivés du NEEM et du Bt pour contrôler les insectes ravageurs, des complexes d'acides aminés pour traiter les semences. Tous ces produits sont issus de biomasses renouvelables.

■ Les OGM ont-ils un rôle à jouer dans les systèmes SCV ?

L.S. Dès 1994, je n'ai jamais cru à l'efficacité durable des OGM RR (résistant au round'up ou glyphosate). À cette époque, j'avais déjà écrit que je connaissais trois plantes pour lesquelles il fallait déjà tripler les doses de glyphosate au Brésil. Et comme c'était des dicotylédones, le glyphosate n'était pas efficace. Il était donc prévisible que des formes de résistance allaient donc apparaître très rapidement car j'en avais déjà trouvé plusieurs sur un temps très court. Ce type d'OGM ne nous intéresse pas en SCV. Ils peuvent être utiles 2 ou 3 ans, le temps que les plantes se « retournent ». Car la nature sur ce sujet là se retourne rapidement. Elle est autrement riche et intelligente et a des moyens prodigieux pour se défendre. Contrôler les mauvaises herbes en injectant des gènes de résistance au round'up ne pouvait pas tenir la route. Ça je l'ai dit et c'est ce qui est arrivé. Ça a d'ailleurs mené à tous les abus. On dit qu'on économise des herbicides grâce aux RR et en fait on augmente les doses au fur et à mesure que la flore se consolide ! Et de gros accidents existent !

Donc la réponse est claire : les OGM RR ne sont pas indispensables, ou alors pendant 2 à 3 ans uniquement. C'est une technologie intelligente de transition pour un temps très court. En plus, on sait aujourd'hui que le glyphosate a des effets collatéraux terribles sur la vie biologique du sol. Il détruit les bactéries qui réduisent le manganèse. Partout, on voit alors apparaître des carences en manganèse. Donc d'un côté, on pense réduire les coûts avec les OGM RR, mais de l'autre, l'expérience montre que sur beaucoup de céréales, et sur le soja, les effets collatéraux (déséquilibres graves de la vie du sol : développement de fusarioses, déficiences à carences en manganèse, utilisation excessive et non réduction d'herbicides, etc.), sont bien pires que les avantages éphémères que ces OGMRR procurent. L'humilité est la chose la moins bien partagée dans le domaine de la recherche et si on avait un peu de réflexion par rapport à notre capacité à modifier des environnements d'une complexité colossale, on progresserait beaucoup plus vite, même si, c'est vrai, les OGM sont de véritables révolutions d'un point de vue commercial.

Par contre, les OGM Bt (*Bacillus thuringiensis*), apparaissent plus constants dans leur efficacité que les RR, pour le contrôle de divers insectes ravageurs ; l'association des SCV avec des plantes OGM Bt peut être extrêmement utile pour réduire les coûts de production de cultures délicates très chargées en pesticides telles que le coton (12 à 18 applications de pesticides sur les cotons pluviaux de haute technologie dans le Brésil central). Enfin, les OGM qui permettent de faire produire des molécules biologiques indispensables à la vie humaine mériteraient certainement d'être associées aux SCV, pour les produire moins cher et plus propre.

■ Est-ce que les SCV sont possibles sous tous les climats ?

L.S. Oui, complètement ! Les SCV sont même possibles sous des climats où on ne faisait pas d'agriculture avec les systèmes traditionnels. À part sur les permafrosts (sols gelés en permanence) de Sibérie ou les déserts du Sahara ! Ils sont possibles dans toute la zone actuelle mondiale où il existe de l'agriculture, dans tous les pays, même là où on produit peu ou avec beaucoup d'intrants. Tous les schémas sont possibles ! Grâce à eux, on peut aujourd'hui cultiver des environnements que l'on ne pouvait pas aborder avec des techniques traditionnelles du fait de leur sensibilité vis-à-vis de l'eau ou d'excès climatiques quelconques. Les SCV protègent en effet le sol, servent de tampon pour la température et les climats agressifs et régénèrent la fertilité sous culture.



© V. Beauval

■ Est-ce que les compétitions entre les cultures principales et les plantes de couverture ne constituent pas un frein important à la mise en place des SCV ?

L.S. Dans des SCV qui sont bien montés, il ne devrait pas y avoir de compétition cultures principales / plantes de couverture. C'est le rôle des essais, de la recherche en amont. On a créé les systèmes de telle manière qu'il n'y ait pas de compétition entre les espèces soit en faisant des semis décalés, soit en choisissant des plantes de couverture qui n'ont pas les mêmes exigences hydriques et nutritionnelles et qui ne vivent pas au même niveau dans le profil cultural. Il faut appréhender les SCV comme un système : valoriser le système dans son ensemble et ses modes de fonctionnement plutôt qu'une seule culture. On a affronté tous les climats possibles, on a triplé les productions... Si c'est bien maîtrisé, c'est que c'est bien compris ! On connaît les lois qui régissent le fonctionnement de ces systèmes et ils fonctionnent partout. C'est la démonstration qu'il y a un côté universel dans ces lois d'application. C'est la seule technique au monde qui permette aujourd'hui de cultiver de manière intensive (expression du potentiel de production plus élevé et diversifié) tout en augmentant l'activité biologique et la matière organique sans apport exogène de cette dernière.

■ Quelles sont les limites techniques des SCV ?

L.S. Elles dépendent uniquement de la capacité intellectuelle et pratique des gens à imaginer et créer des innovations technologiques et à les faire progresser. Depuis le début, les SCV ne font que progresser dans leurs propriétés, leur capacité à produire durablement et leurs avantages. Actuellement, l'opération « grain propre » intéresse la société civile car le consommateur veut manger propre. On pourrait imaginer une traçabilité derrière. L'étape suivante serait alors de voir si des collaborations seraient possibles avec des hypermarchés du fait que ces produits sont différents, sans résidus toxiques. Commercialement, ça tiendrait la route et les prix différenciés pourraient être répercutés chez les producteurs !

■ À qui s'adressent les SCV ?

L.S. Les SCV s'adressent à l'agriculture, à toutes les formes d'agriculture. Les SCV ne sont pas réservés aux grandes exploitations agricoles. Quelque soit le cas de figure, ce sont des phénomènes colossaux d'érosion sous des climats bien plus agressifs que les nôtres qui ont déclenché le changement de techniques culturales. Les SCV sont actuellement mis au point pour tous les types d'exploitation. Avec l'expérience que nous avons à Madagascar et en Asie, on pourrait créer des milliers de systèmes. Pour l'instant, on a créé 50 ou 60 systèmes différents. Un des grands succès de l'agriculture traditionnelle primitive dans tous les pays du monde a été d'associer plusieurs plantes entre elles. Cela permet de répondre à différents types de variabilité économique. C'est donc un milieu tamponné qui répond à un niveau moyen de production stable. Ces principes là, les agriculteurs les connaissent. Il est alors plus facile, de par la tradition des petites agricultures paysannes qui procèdent par biodiversité dans des espaces limités, de monter des systèmes SCV dans ce contexte là plutôt que dans celui de la monoculture dominante des grandes exploitations mécanisées. D'ailleurs l'un des gros écueils techniques dans ces dernières a été de récolter toutes les plantes ensemble de façon mécanisée. Cela crée des coûts supplémentaires. C'est exactement ce que l'on ne veut pas engendrer dans le contexte actuel ! Même avec des machines, les SCV permettent de sortir de la monoculture (on ne peut pas faire de SCV en monoculture). On a ainsi ramené un regain de biodiversité dans les agro-systèmes. Mais pour créer tous ces systèmes dans des écologies et des contextes socio-économiques différents, il faut avoir une démarche de naturaliste pour pouvoir apprécier sous toutes ses formes (quantitatives, qualitatives, socio-culturelles) les transformations des milieux physiques et humains qu'engendrent les SCV dans leur évolution. Actuellement, nous sommes déconnectés de la nature et il est urgent de remettre des naturalistes dans la nature car tout notre avenir va en dépendre !

■ Quels sont les freins à leur diffusion dans les pays développés ?

L.S. Il y a beaucoup d'arguments suivant les régions, les mentalités. Pour un pays développé comme la France, je dirais en premier que la France, comme l'Europe d'ailleurs, vit dans un nid douillet qu'on essaie de maintenir. Dès 1992, je faisais des conférences disant aux agriculteurs qu'ils allaient perdre leur système de primes. Ils ne me croyaient pas. Mais on y vient ! Alors que des agriculteurs auraient tendance à abandonner, d'autres ont décidé de préparer l'après PAC et cela depuis longtemps. D'abord en réduisant leurs coûts intrants et en les appliquant de manière plus raisonnée, puis en cherchant à réduire leurs coûts de mécanisation. Le SCV est à la croisée de ces préoccupations et son adaptation par des agriculteurs français comme J.C. Quillet* depuis 1994 a transformé les perspectives de leurs exploitations : meilleure rentabilité financière, régularité des rendements, réduction des impacts négatifs sur l'environnement...

De manière générale, les subventions sont plutôt un frein à la diffusion des SCV en France. Les contraintes peuvent être aussi liées à une organisation inexistante pour réaliser le changement, à l'absence de démonstration durable, pérennisée en amont avec une antériorité suffisante, etc. Et enfin, je dirais que la maladie de ce début de siècle est le manque d'action et d'engagement ! Le chemin de la démonstration et des changements technologiques, c'est un engagement. On peut alors prendre des risques majeurs. Il faut arrêter de parler et il faut agir ! Chaque fois que l'on est protégé de tout, cela finit forcément mal. La vie n'est pas comme ça.

* Jean-Claude Quillet possède une exploitation agricole en Touraine (ouest de la France) où il cultive des céréales en SCV. NDLR.

■ Quelle perception ont les agriculteurs du changement de message technique préconisé par les développeurs ? Comment se passe ce changement de paradigme ?

L.S. C'est une question multi-facettes. Au Brésil par exemple, où les exploitants sont jeunes (28 à 45 ans en majorité), ils sont ouverts au changement. On a créé des associations de producteurs immédiatement. Les gens ont l'avenir devant eux. Ils regardent devant eux là bas ! Cela aussi c'est une donnée importante. En général, quand les gens sont contraints, il y a changement. C'est quand ça va mal, que les choses vont très vite. Parfois, en 1 an il faut qu'ils changent. Ils n'ont pas de crédits, que peuvent-ils faire alors comme techniques pour survivre ? Les moins chères d'abord ! C'est par cette porte que les SCV sont rentrés : par leurs qualités, leurs économies sur les coûts de production et par leur facilité d'exécution. Alors, les agriculteurs changent même s'ils ne sont pas pleinement convaincus au début. Par contre, l'Europe va mal car nous sommes dans un nid douillet, que nous avons tout ce qu'il nous faut et que nous pensons que c'est éternel.

■ Que devons nous faire pour que les SCV soient reconnus dans les politiques nationales en France et en Europe en général ?

L.S. L'approche française devrait être :

1. D'abord intéresser et convaincre les élus. Les résultats actuels chez les agriculteurs pionniers du SCV en France sont solides, établis, souvent spectaculaires et reproduits dans beaucoup d'écologies en France. Des économies sont réalisées : on ne pollue plus, les routes ne sont plus endommagées par le ruissellement superficiel... On pourrait supprimer rapidement 40% des primes actuelles !
2. Il faudrait aussi suggérer aux politiciens au plus haut niveau d'utiliser les primes actuelles (ou en partie) avant leur suppression imminente, pour aider au changement technologique. Une mesure concrète serait d'attribuer les primes pour la conversion au SCV. Ce serait une bonne incitation et l'agriculteur aurait alors moins peur. En effet, la peur « d'essayer les plâtres » lors de cette reconversion constitue le frein principal à la diffusion du semis direct.
3. Pour informer et former les agriculteurs, il faut mettre en place des plateformes pérennisées avec comparaison entre SCV et système de culture conventionnel. Ces plateformes devraient d'ailleurs être payantes pour les visiteurs. Cela financerait le surcoût nécessaire pour monter ces petites unités régionales.

■ Y-a-t-il eu des progrès réalisés dans la prise en compte des SCV dans les politiques des pays pilotes ?

L.S. Au Brésil, c'est évident : les restructurations économiques successives ont conduit rapidement à promouvoir le semis direct grâce à la réduction des coûts de production qu'il procure et qui a permis de hisser l'agriculture brésilienne dans la mondialisation sans subventions. C'est d'ailleurs allé plus loin que ça. Une dynamique intelligente d'associations de semis direct pilotée par une fédération nationale très dynamique a colonisé tout le pays. Dans les années 90, il a été demandé à l'EMBRAPA (recherche brésilienne) au cours d'un grand événement (auquel assistaient chercheurs, multinationales, ministres, associations) de s'intéresser au semis direct comme un sujet majeur, prioritaire ! La recherche était, sur ce thème, à la remorque du développement ! Ça a bougé tout de suite ! La recherche peut être parfois plus résistante au changement que les agriculteurs ! À Madagascar et au Laos par exemple, pays représentatifs des petites agricultures familiales, les SCV sont pris en compte dans les grandes lignes d'action du gouvernement. C'est inscrit dans les directives générales principales des politiques agricoles nationales. ■





**« grâce
aux SCV, on peut
aujourd'hui cultiver
des environnements
que l'on ne pouvait pas
aborder avec des
techniques
traditionnelles »**

Lucien Séguy

Les systèmes de culture SCV : définition, principes, fonctionnement et intérêts

© L. Ségué

Le thème 1 de ce dossier présente les SCV de façon générale et théorique, les principes fondamentaux sur lesquels ils se basent, leur fonctionnement, les nombreux intérêts et bénéfices tirés de leur mise en pratique (agronomiques, environnementaux et économiques). Les SCV font partie de la grande famille de l'agroécologie. Il nous a également semblé opportun de définir les multiples termes rencontrés dans la nombreuse littérature sur ce thème.

SOMMAIRE

1.1 Le système de culture en semis direct sur couverture végétale permanente (SCV)

Les SCV et leurs caractéristiques

1.2 Histoire : du semis direct aux SCV

Les éléments nécessaires à l'émergence et au développement du semis direct puis des SCV dans le monde

1.3 Les principes fondamentaux des SCV

Les principes agronomiques des SCV : non travail du sol et semis direct, couverture végétale permanente, rotations/successions culturales

1.4 Bénéfices agronomiques et environnementaux des SCV

Les principaux impacts environnementaux et agronomiques associés aux SCV à différentes échelles : depuis la parcelle jusqu'à la planète

1.5 Bénéfices économiques des SCV

Les principaux impacts économiques des SCV à différentes échelles : du producteur à la planète

1.6 Terminologie autour de l'agriculture de conservation

Les différents termes employés dans la littérature

EN SAVOIR PLUS : LA LITTÉRATURE CONSULTÉE

1.1 Les SCV

Borges *et al.*, 2000. *Editorial, especial 10 anos retrospectiva dos principais fatos que foram*. Notícia n° 59. 09 octobre 2000.

Ségué L., Bouzinac S., Maronezzi A., 2001. *Dossier du semis direct sous couverture*. Cédérom, Cirad, Montpellier, France.

1.2 Histoire

Raunet M., 2003. *L'histoire du semis direct au Brésil*. Cirad, Montpellier, France.

Raunet M., 2004. Quelques facteurs déterminants de l'émergence et du développement des « systèmes semis direct » dans quelques grands pays leaders (États-Unis, Brésil, Argentine, Australie). In : Cirad, AFD, CTC, ESAK, ICARDA. *Actes des deuxièmes rencontres méditerranéennes sur le semis direct. 19-22 janvier 2004. Tabarka, Tunisie* : 11-31.

Raunet M. et Naudin K., 2006. Lutte contre la désertification : l'apport d'une agriculture en semis direct sur couverture végétale permanente (SCV). *Les dossiers thématiques du CSFD*. N°4. Septembre 2006. CSFD, Montpellier, France. www.csf-desertification.org/dossier/

1.3 Principes

Cirad, 2002. *Vers une agriculture durable : le semis direct sur couverture permanente*. Plaquette du Cirad. Fauveau L., Husson O., Ségué L. (Eds). <http://agroecologie.cirad.fr/index.php?rubrique=librairie&langue=fr>

Ségué L., Bouzinac S., Maronezzi A.C., 2001. *Un dossier du semis direct. Systèmes de culture et dynamique de la matière organique*. Cirad/Agronorte Pesquisas/Groupe MAEDA/ONG TAFE/FOFIFA/ANAE.

Site internet du Cirad sur l'agroécologie : <http://agroecologie.cirad.fr>
Soltner D., 1992. *Phytotechnie générale. Les bases de la production végétale. Tome I : le sol*. Collection sciences et techniques agricoles. Sainte-Gemmes-sur-Loire, France.



© K. Naudin

1.4 Bénéfices agronomiques et environnementaux

Cirad, 2002. op. cit. ^{1.3}

FAO, 2001. Soil carbon sequestration for improved land management. *FAO World Soil Resources Reports*. 96.

Séguy L., Bouzinac S., Maronezzi A.C., 2001. op. cit. ^{1.3}

Soutou G. 2004. *Modifications du bilan hydrique par les systèmes de culture sur couverture végétale : Cas du cotonnier et du sorgho dans l'extrême-Nord du Cameroun*. Mémoire de fin d'études. Agro-M., Montpellier, France.

1.5 Bénéfices économiques

AFD/Cirad/CTC/ESAK/ICARDA, 2004. *Deuxièmes rencontres méditerranéennes sur le semis direct*. Actes. 19-22 janvier 2004, Tabarka, Tunisie.

Banque mondiale, 2003. *Évaluation du coût de la dégradation de l'environnement en Tunisie*. Washington, États-Unis.

Demaiily D., 2003. *Méthodologie d'évaluation économique des externalités créées par les techniques de culture en semis direct en Tunisie*. Rapport de stage ENGREF/AFD, Paris.

Naudin K., Balarabe O. Aboubakry., 2005. *Systèmes de culture sur couverture végétale. Projet ESA Nord Cameroun, résultats campagne 2004*. Synthèse. Cirad, Montpellier, France.

Naudin K., Balarabe O., 2006. *Appui au projet ESA. Suivi de la composante systèmes de culture sur couverture végétale. Mission à Maroua et Garoua, Cameroun, du 22 février au 1^{er} mars 2006. Rapport de mission*. Cirad, Montpellier, France.

Raunet M., 2006. Impacts économiques des SCV au Sud. Biens, services et fonctions rendus par les agro-écosystèmes SCV aux agriculteurs et autres collectivités. Quelques éléments à discuter. *La Gazette des SCV au Cirad*. 29(février 2006). Cirad, Montpellier, France.

Raunet M. et Naudin K., 2006. op. cit. ^{1.2}

1.6 Terminologie

Raunet M., 2005. Questions de terminologies autour de « l'agriculture de conservation » et concernant le travail du sol et les couverts végétaux. *La Gazette des SCV au Cirad*. 27(oct/nov 2005) : 31-35.

- La plupart des documents sont téléchargeables sur le site de l'agroécologie du Cirad : <http://agroecologie.cirad.fr/index.php?rubrique=librairie&langue=fr>
- Les publications de *La gazette des SCV au Cirad* sont disponibles sur simple demande à Michel Raunet (Cirad), michel.raunet@cirad.fr



Le système de culture en semis direct sur couverture végétale permanente (SCV)

1.1

►►► Une solution alternative aux systèmes de culture conventionnels dans les pays du Sud

L'agriculture conventionnelle basée sur le labour est actuellement remise en question car elle apparaît incapable de répondre aux principaux challenges en matière de conservation des sols et des eaux, de protection de l'environnement, de sécurité alimentaire, ... Afin de répondre à ces enjeux, l'une des voies agro-écologiques prometteuses de gestion des systèmes de culture dans les pays du Sud est constituée par le non-travail du sol et le semis direct sur couverture végétale permanente (SCV).

LES GRANDS PRINCIPES AGRONOMIQUES À LA BASE DES SCV

Les SCV sont des nouveaux systèmes de culture développés et diffusés par le Cirad et ses partenaires depuis 1985 dans les pays du Sud (L. Séguy et S. Bouzinac). Ils font partie de la grande famille de l'agro-écologie. Ils visent la rentabilité et la durabilité de l'activité agricole ainsi que la protection de l'environnement, au travers la mise en œuvre simultanée de plusieurs principes à l'échelle de la parcelle :

- **La suppression du travail du sol** et la mise en place des cultures par semis direct : la semence est placée directement dans le sol. Seul un petit sillon ou un trou est ouvert, de profondeur et largeur suffisantes, avec des outils spécialement conçus à cet effet, pour garantir une bonne couverture et un bon contact de la semence avec le sol.
- **Une couverture végétale permanente** : une couverture morte ou vivante est maintenue en permanence sur le sol.
- **Des successions ou rotations culturales** en association avec des plantes de couverture.

La manière dont ces principes sont combinés à l'échelle de la parcelle peut varier selon les situations locales : environnement agro-écologique, moyens et objectifs de l'agriculteur. La large capacité d'adaptation de ces systèmes à divers environnements les rend accessibles aux différentes catégories d'agriculteurs, y compris les plus pauvres. Leur mise en œuvre s'est d'ailleurs faite avec succès dans différents endroits de la planète (entre autres : Brésil, Laos, Madagascar, Cameroun, Tunisie...).



© J.F. Richard

© K. Neudrin

►►► QU'EST-CE QUE L'AGROÉCOLOGIE ?



© M. Raunet

L'agroécologie est une discipline scientifique qui a pour objet l'étude des aspects agronomiques, socio-économiques et écologiques liés à la production agricole

ainsi que la résolution de problématiques environnementales (conservation des sols, lutte contre l'érosion, maintien de la biodiversité, ...). Les SCV constituent une des nombreuses voies de l'agroécologie.

LES BÉNÉFICES DES SCV S'INSCRIVENT AU NIVEAU DE L'EXPLOITATION AGRICOLE, DE LA COMMUNAUTÉ ET DE LA PLANÈTE TOUTE ENTIÈRE

Les trois principes précédents, s'ils sont correctement appliqués, vont permettre aussi bien au paysan qu'à la communauté de réaliser un certain nombre de bénéfices agronomiques, environnementaux **1.4** et socio-économiques **1.5**. C'est un moyen de concilier production agricole, amélioration des conditions de vie et protection de l'environnement.

Bénéfices environnementaux : des systèmes de culture protecteurs de l'environnement

Les SCV s'inspirent du mode de fonctionnement d'un écosystème forestier, en produisant une litière à la surface du sol, contribuant ainsi à :

- **Une protection des sols** et régénération de leur fertilité par la prévention de l'érosion
- **Une séquestration du carbone** efficace et importante (entre 1 et 3 t/ha/an)
- **Une réduction de la consommation d'eau** pour la production agricole
- **Une réduction des doses d'engrais et de pesticides**, diminuant leur impact sur la pollution des nappes phréatiques et améliorant la qualité et la sécurité alimentaire
- **Une meilleure infiltration des flux d'eau** et une réduction des risques d'inondation
- **Le maintien, voire l'augmentation de la biodiversité** contrairement à un système basé sur la monoculture
- **La réduction de l'agriculture itinérante**, donc de la déforestation dans les pays du Sud préservant ainsi la biodiversité
- **La remontée des nappes phréatiques**

Bénéfices agronomiques : amélioration de la productivité du sol

La couverture végétale permanente du sol, en produisant une importante biomasse et grâce aux plantes utilisées munies d'un système racinaire puissant, permet :

- La **création d'un environnement favorable** au développement d'une activité biologique intense dans le sol
- L'**augmentation du taux de matière organique dans le sol**
- La **fourniture des éléments nutritifs** nécessaires aux plantes cultivées et le **recyclage** de ceux lessivés rendus alors accessibles aux cultures
- La **conservation de l'eau du sol** grâce à une meilleure infiltration, une évaporation réduite du fait de la protection du sol contre les fortes températures, une meilleure **capacité de rétention en eau** et l'utilisation de l'eau profonde du sol
- L'**amélioration de la structure du sol** en surface et en profondeur
- Le **contrôle des adventices** et des maladies des plantes
- L'**augmentation de la productivité des cultures** (quantité de produit formée par unité de volume et unité de temps)
- La **diminution de l'impact des aléas climatiques** (notamment pluviométrie)

Bénéfices économiques : des systèmes de culture attractifs et une activité agricole rentable

- **Allègement des temps des travaux** et de leur pénibilité
- **Une demande en main d'œuvre réduite**
- **Réduction des coûts et dépenses en carburants** (grandes exploitations), en intrants (engrais, pesticides) et de l'acquisition, utilisation et entretien des équipements (tracteurs par exemple)
- **Des productions agricoles diversifiées** : l'association avec l'élevage est possible car les plantes de couverture peuvent être d'excellents fourrages
- **Des niveaux de production comparables, voire supérieurs**, à ceux de l'agriculture intensive moderne pour des coûts et dépenses minimisés



© L. Ségué

BÉNÉFICES SOCIAUX : CONTRIBUTION À LA DURABILITÉ DES SYSTÈMES DE PRODUCTION

Les SCV contribuent à la durabilité des systèmes de production, pas seulement en conservant, mais aussi en contribuant au développement des ressources naturelles et en augmentant la diversité biologique (diversification des productions, microflore et faune) du sol, sans pour autant affecter les niveaux de rendements ou de production. Ainsi, le sol, unique capital de l'agriculteur, est préservé. ■

Principes	Fonctions/Bénéfices
Pas de travail du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de perturbation de la structure du sol • Lutte contre l'érosion • Installation rapide des cultures • Moins de travail et de main d'œuvre • Calendrier cultural plus souple • Ne nécessite pas beaucoup d'équipement • Optimisation des ressources minérales et hydriques disponibles : augmentation des rendements
Couverture végétale permanente du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Augmente le taux de matière organique, l'infiltration de l'eau et la capacité de rétention du sol • Fixe le carbone et l'azote atmosphérique (cas des légumineuses) • Protège le sol contre l'érosion et améliore la structure du sol • Augmente la quantité d'éléments nutritifs par recyclage des nutriments lessivés des horizons profonds vers la surface du sol où ils peuvent être utilisés par les cultures principales • Réduit la perte de l'humidité du sol par évaporation • Contrôle les mauvaises herbes • Aide à l'utilisation de l'eau profonde du sol • Peut être utilisée comme fourrage
Rotations culturales	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification de la production agricole (alimentation de l'homme et du bétail) • Réduction des risques de maladies et d'invasion de ravageurs ainsi que de l'enherbement • Meilleure distribution de l'eau et des éléments nutritifs dans les différentes couches du sol • Augmentation de la fixation de l'azote par l'introduction de légumineuses • Meilleure valorisation des ressources en eau et en éléments nutritifs du sol grâce à la succession ou l'association de plantes aux systèmes racinaires différents • Amélioration de l'équilibre N/P/K aussi bien d'origine organique que minérale • Augmentation de la synthèse de l'humus

▶▶▶ QUELQUES CHIFFRES PERCUTANTS : L'EXEMPLE DU BRÉSIL

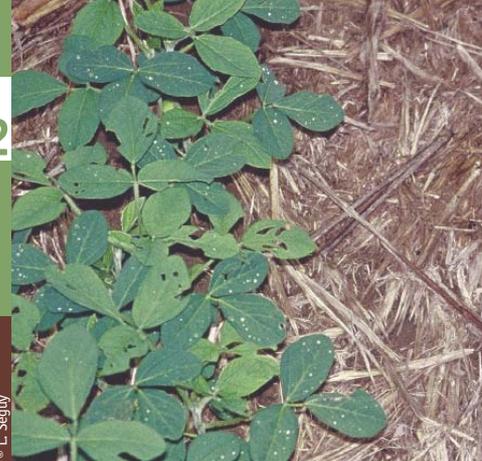
Grâce au semis direct, il a été économisé entre 1989 (0,8 millions d'ha) et 2005 (20 millions d'ha) :

- 1,8 milliards de tonnes de terre arable
- 18 milliards de dollars (grâce à la forte baisse des coûts de production et l'augmentation de cette production)
- 2,1 milliards de tonnes de combustibles
- 800 millions de tonnes de CO₂ séquestrés

(d'après Borges et al., 2000)

Histoire : du semis direct aux SCV

1.2



© L. Séguin

➤➤➤ Quelles sont les raisons de l'émergence des SCV ?

LE CONSTAT À L'ORIGINE DU SEMIS DIRECT : DÉGRADATION DES SOLS ET ÉROSION

Les idées de base et la mise en pratique du semis direct ont émergé en dehors des zones tropicales, d'abord aux USA à partir des années 60, puis au sud du Brésil (sub-tropical), en Australie, en Argentine et au Canada à partir des années 70. Les pratiques agricoles, jusqu'alors constituées par le labour, les pulvérisations répétées des sols et la pratique excessive de la monoculture, ont entraîné des catastrophes écologiques de grande ampleur aux lourdes conséquences socio-économiques. Le cas le plus connu est celui du *dust bowl* (nuages de poussière recouvrant infrastructures, champs,...) entre les années 20 et 40 dans les Grandes Plaines semi-arides américaines du fait d'une dégradation des sols et d'une érosion éolienne exacerbée. Ce véritable fléau national fut à l'origine de la remise en cause du labour dès les années 30 aux USA. Des phénomènes comparables ont eu lieu en Australie durant les années 50-60. En Amérique latine, le semis direct a commencé à être adopté par quelques agriculteurs à partir des années 70 suite à des phénomènes importants d'érosion hydrique dans le sud du Brésil (État du Parana) et en Argentine dans les Pampas Centrales. Cette prise de conscience, individuelle ou collective, des processus d'érosion des terres, a été le point de départ du semis direct dans ces différentes régions du monde.

UN DÉVELOPPEMENT RENDU POSSIBLE GRÂCE AUX AVANCÉES TECHNOLOGIQUES : SEMOIRS ET HERBICIDES

Le développement du semis direct correspond à l'invention, à l'accessibilité et à la maîtrise des équipements agricoles et des herbicides. Le rôle de la recherche et du secteur privé de l'agro-industrie a été déterminant dans les progrès réalisés en matière de machinisme et d'herbicides : construction de nouveaux outils et apparition de nouvelles molécules herbicides. Dès les années 40, les recherches nord-américaines se sont orientées sur les produits phytosanitaires et le développement de techniques alternatives de travail du sol : chisels et autres outils de travail superficiel des sols.

À partir des années 60, des fermiers américains abandonnent le labour et laissent sur le sol les résidus de cultures jusqu'au semis suivant. Ils sèment directement après avoir détruit les mauvaises herbes à l'aide d'herbicides. Les semoirs existants ont alors été adaptés puis d'autres créés spécifiquement pour le semis direct. Du fait de la suppression du labour, il a fallu trouver des alternatives efficaces pour lutter contre les **adventices**. Deux étapes clés ont permis l'apparition du labour « chimique » grâce à l'utilisation d'**herbicides totaux non résiduels** : le paraquat en 1960 et le glyphosate (*Round-up*™) en 1978 aux USA. Ce dernier, passé dans le domaine public en 1990, a vu son prix chuter (de 40 à 4 USD/litre de 1980 à 2000), ce qui a largement contribué à l'extension du semis direct. En 2003, il existait déjà plus de 300 herbicides ; toutes les modalités de semis direct peuvent ainsi trouver leur solution par la gestion chimique des mauvaises herbes.



UN CONCEPT ANCIEN UTILISÉ DANS LES SYSTÈMES DE CULTURE TRADITIONNELS

Le principe du semis direct est utilisé depuis très longtemps pour les cultures traditionnelles, depuis le début de l'histoire de l'agriculture. Les agriculteurs de l'Égypte ancienne et les Incas dans les Andes d'Amérique du Sud, utilisaient un bâton pour faire un simple trou dans le sol, dans lequel la graine était placée à la main et recouverte au pied. De telles pratiques restent aujourd'hui la base de certains systèmes agricoles sous les tropiques. En particulier, dans les zones forestières tropicales humides où de nombreux agriculteurs pratiquent traditionnellement l'**agriculture itinérante** de subsistance sur brûlis qui consiste à défricher les champs par le feu, les cultiver pendant une période brève puis les laisser en jachère. Aujourd'hui, des centaines de milliers d'hectares sont encore semés traditionnellement par des agriculteurs itinérants selon ce principe et grâce au semis direct, dans les forêts d'Amérique Latine, d'Afrique et d'Asie.

UN DÉVELOPPEMENT FOUDROYANT EN AGRICULTURE MOTORISÉE AUX USA ET EN AMÉRIQUE LATINE GRÂCE À LA VOLONTÉ D'AGRICULTEURS PIONNIERS ET DE CHERCHEURS « ATYPIQUES »

Des groupes d'agriculteurs pionniers, conscients de la dégradation de leurs terres, se sont mobilisés en entraînant la recherche (publique et privée), pour inventer ces nouvelles façons de produire. Le rôle d'entraînement de ces pionniers et chercheurs atypiques sur les autres agriculteurs a, dans tous les pays, été considérable. Ils ont en effet encouragé la dissémination et l'adoption de ces techniques par des visites de démonstration sur leurs propres fermes, ou en témoignant à des congrès, séminaires, rencontres, ... Dans ce cadre, les groupements d'agriculteurs -associations, coopératives, fondations- ont joué un rôle fondamental (au Brésil par exemple **4.1**).



© M. Raunet



QUELQUES FIGURES EMBLÉMATIQUES DU SEMIS DIRECT

DES AGRICULTEURS PIONNIERS

- **USA** : H.M. Young, le 1^{er} à faire du semis direct sans travail du sol (Kentucky, 1961) en collaboration avec S. Phillips, agronome
- **Australie** : H.H. Tod (1974), N. Ronnefeld (1980), G. Marshall, Neil Young (Président de la WANTFA, *Western Australian No-Tillage Association*)
- **Brésil** : H. Bartz (1972) associé à R. Derpsch (chercheur, Institut fédéral de recherche agronomique méridional devenu l'*Instituto agrônômico do Paraná*), M. Henrique Pereira, F. Dijkstra, H. Peeten
- **Argentine** : H. Ghio et H. Rosso (1975), J. Cazenave et C. Baumer (dès 1977)

DES AGRONOMES ET DES CHERCHEURS

- **USA** : © H.H. Bennett (père de la conservation des sols et directeur du *Soil conservation Service* dans les années 30)
© E. Faulkner (auteur de *Plowman's folly*, 1943, réquisitoire contre le labour et pour la couverture des sols)
© S. Phillips, (Université du Kentucky dès 1961)
- **Australie** : J. Jones et L. Ward, pionniers de la gestion des résidus dans les années 80 (*Soil Conservation Branch*) puis B. Crabtree (années 90)
- **Brésil** : R. Derpsch, T. Wiles, M. Ramos, W. Winche (ICI, entreprise agrochimique), J. Landers, L. Ségué et S. Bouzinac (Cirad)
- **Argentine** : M. Peretti et R. Fogante (1975), E. Lopez Mondo (1983) de l'Institut National de technologie Agricole (INTA)

UN CONTEXTE POLITICO-ÉCONOMIQUE QUI A INFLUENCÉ LE CHANGEMENT DES PRATIQUES AGRICOLES

Certaines données économiques et historiques au niveau mondial ont favorisé l'émergence du semis direct :

- La crise pétrolière des années 70 a incité à la réduction des engrais et du fuel.
- La baisse du prix des herbicides et du matériel agricole spécialisé à partir des années 90.
- Les cours mondiaux de plus en plus fluctuants ont incité certains pays à la diversification des productions agricoles et des rotations des cultures.

LA RECHERCHE AU CIRAD : LES SCV POUR LA PETITE AGRICULTURE DES PAYS DU SUD ET LA GRANDE AGRICULTURE MOTORISÉE EN ZONE TROPICALE

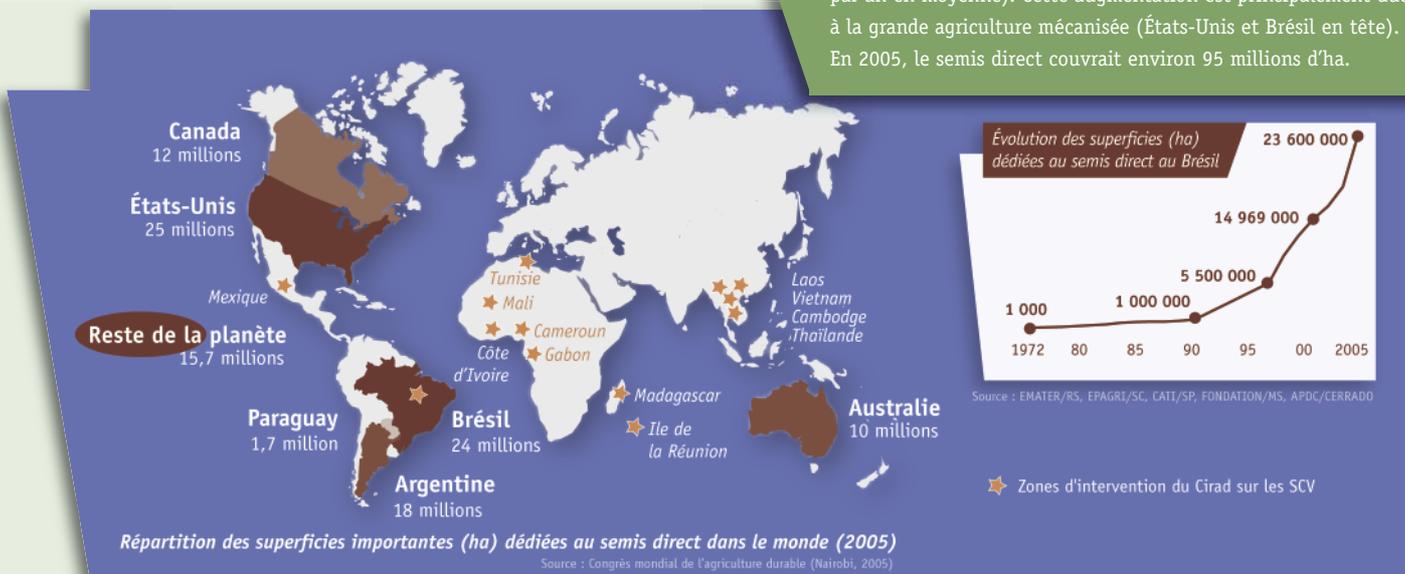
Actuellement, la prise de conscience de la fragilité de notre environnement est mondiale comme en témoignent les grands accords internationaux (biodiversité, changement climatique, lutte contre la désertification). Notamment dans les pays du Sud, la situation est dramatique avec une croissance démographique soutenue, la saturation du foncier et des pressions importantes sur les ressources naturelles. L'agriculture traditionnelle n'arrive plus à y maintenir la fertilité et la capacité de production des terres. Le développement de solutions alternatives semble dans ce contexte inévitable.

Les techniques de semis direct développées en zones subtropicales (Brésil) et tempérées (USA, Australie, Argentine), construites sur les seuls résidus de récolte, sont insuffisantes pour restaurer rapidement, puis maintenir la fertilité globale du sol, au moindre coût en zone tropicale (en effet la minéralisation des résidus est bien trop rapide en région chaude). Il s'avère alors nécessaire d'ajouter une biomasse associée sous forme de couverture végétale. À partir de ce constat, les recherches entreprises depuis les années 80 par le Cirad (L. Ségué et S. Bouzinac) et ses partenaires nationaux (agriculteurs, coopératives, entreprises privées, ...) visent la création de nouveaux systèmes de culture inspirés des expériences brésiliennes de semis direct en grande agriculture mécanisée ; le défi étant de les adapter puis de les diffuser dans toutes les écologies tropicales (et non plus tempérées et subtropicales), dans un contexte de petite agriculture généralement pauvre ne disposant souvent pas d'intrants et où l'érosion et la dégradation des sols sont alarmantes. Des systèmes de culture, directement inspirés du fonctionnement de l'écosystème forestier, ont ainsi été développés par le Cirad : les SCV qui allient semis direct et couverture végétale permanente du sol. Ils s'adaptent à toutes les régions tropicales sèches et humides (Afrique, Asie, Amérique tropicale). L'enjeu est maintenant de généraliser cette nouvelle forme d'agriculture, vraiment durable cette fois, à l'ensemble du monde intertropical. ■



L'ÉVOLUTION HISTORIQUE DU SEMIS DIRECT DANS LE MONDE

Le système du semis direct a été créé et vulgarisé à grande échelle. La progression des superficies dédiées au semis direct est fulgurante depuis une vingtaine d'années (croissance de 15% par an en moyenne). Cette augmentation est principalement due à la grande agriculture mécanisée (États-Unis et Brésil en tête). En 2005, le semis direct couvrait environ 95 millions d'ha.



Les principes fondamentaux des SCV

1.3



© K. Naudin

➤➤➤ Quels sont les grands principes agronomiques à la base des SCV ?

LES SCV MIMENT LE FONCTIONNEMENT D'UN ÉCOSYSTÈME FORESTIER

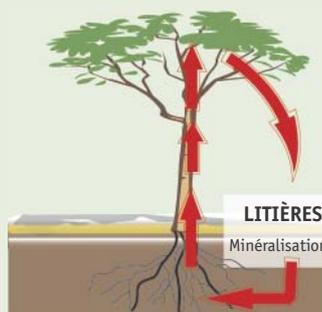
Les SCV s'inspirent directement du fonctionnement d'un écosystème forestier, naturellement stable, durable et basé sur une forte activité biologique. Au travail mécanique se substitue un travail biologique assurant la structuration du sol, le **recyclage des éléments minéraux** et une meilleure gestion de l'eau. Ces systèmes se rapprochent du fonctionnement d'une forêt car ils permettent la production d'une litière et fonctionnent en circuit fermé, sans perte de matière (éléments chimiques et terre) en profondeur ou en surface avec un recyclage permanent entre matières végétales mortes et vivantes. Pour cela, les SCV sont basés sur trois principes fondamentaux à l'échelle de la parcelle :

- **Le sol n'est jamais travaillé** et les cultures sont mises en place par semis direct.
- **Une couverture végétale (morte ou vivante)** couvre le sol de façon permanente.
- **Des successions ou rotations culturales** en association avec des plantes de couverture sont mises en place.

Les modalités techniques de mise en œuvre des SCV sont très nombreuses et sont fonction des contextes socio-économiques et agro-environnementaux dans lesquels ils s'insèrent. Il serait alors difficile d'énoncer des recettes de cuisine, ce qui serait par conséquent très réducteur. Des exemples de mise en œuvre réussie de SCV sont toutefois décrits dans le thème 3 de ce document (Cameroun [3.1](#), Laos [3.2](#), Madagascar [3.3](#) et Tunisie [3.4](#)).

PRINCIPE 1 : LE SOL N'EST JAMAIS TRAVAILLÉ

Lorsqu'un sol n'est pas travaillé pendant plusieurs années de suite, la biomasse plus ou moins transformée (résidus de culture et de couverture) s'accumule pour former un mulch qui protège le sol contre l'érosion et les aléas climatiques (effet tampon). Le labour traditionnel utilisant la charrue est remplacé dans les SCV par le « labour biologique » réalisé d'abord par les systèmes racinaires qui édifient un environnement très favorable à la faune qui parachève ensuite « le travail biologique du sol » (vers, termites, etc.). Divers organismes, depuis les insectes jusqu'aux bactéries et champignons microscopiques, trouvent un habitat et de bonnes conditions pour leur développement dans ce sol non travaillé. Grâce à leurs activités, ces organismes transforment, incorporent et mélangent le mulch au sol, puis vont décomposer l'ensemble ainsi constitué pour former l'humus. Tout d'abord, les champignons et la macrofaune du sol (vers de terre,...), véritables « ingénieurs du sol », attaquent la lignine de la matière organique qui est ensuite dégradée par les bactéries. Cette macrofaune participe également à la formation d'agrégats et de galeries (macroporosités) dans le sol. Cette activité permet une distribution de la matière organique dans les différentes couches du sol et son mélange avec la matière minérale issue de la décomposition de la roche. Au final, la structure du sol est améliorée et stabilisée. L'infiltration de l'eau est également facilitée, permettant ainsi de limiter le ruissellement et les risques d'inondations lors des averses.



Ca, Mg, K,
NO₃, P...

Fonctionnement d'un écosystème forestier

Ca, Mg, K,
NO₃, P...

Source : Site internet du Cirad <http://agroecologie.cirad.fr>, d'après Séguy, Bouzinac, 1996.



RAPPEL PÉDOLOGIQUE : FORMATION D'UN SOL OU PÉDOGENÈSE

Le sol se forme en 3 étapes :

1. La désagrégation physique et l'altération chimique d'une roche dite « mère »
2. L'enrichissement en matière organique : le sol prend naissance lorsque des constituants organiques provenant d'organismes animaux et végétaux (matière organique) s'ajoutent à ceux minéraux. Après décomposition par les micro-organismes du sol, la matière organique brute aboutit à la formation de CO₂ et d'une substance noire (matière organique stable) appelée « humus ».
3. L'évolution du sol dépend ensuite des migrations de substances dans le sol du fait des mouvements de l'eau :
 - Les déplacements vers le bas constituent le lessivage et la **lixiviation**.
 - Les déplacements vers le haut constituent les remontées.L'intensité de ces migrations dépend de nombreux facteurs : pluviométrie, teneur et nature de l'humus, perméabilité du sol, action des systèmes racinaires, etc.

LA FERTILITÉ D'UN SOL, BASE DE LA PRODUCTION VÉGÉTALE

La fertilité d'un sol est son aptitude à produire. Elle dépend de facteurs climatiques et pédologiques. L'homme joue un rôle important dans la fertilité d'un sol car il peut accélérer sa dégradation (techniques de travail du sol trop intensives) ou inversement le bonifier. Les matières organiques jouent à ce niveau un rôle important car elles améliorent à la fois :

1. les qualités physiques du sol (humidité, aération, température et résistance au tassement) en stabilisant la structure du sol et en régulant l'humidité ;
2. ses qualités chimiques (acidité, composition chimique) et donc le fonctionnement des mécanismes de fixation et d'échange des substances nutritives entre le sol et la plante ;
3. ses qualités biologiques en fournissant des éléments nutritifs aux êtres vivants du sol et donc en activant la vie microbienne qui participe activement à la nutrition des plantes.

(d'après Soltner, 1994)

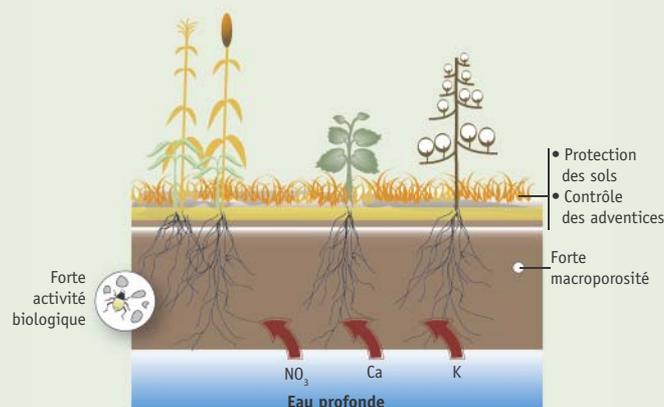
PRINCIPE 2 : LE SOL EST COUVERT DE FAÇON PERMANENTE PAR DES VÉGÉTAUX

La couverture permanente du sol est assurée par un mulch végétal vivant ou mort (paille). Elle peut se faire en maintenant sur le sol des résidus de la culture précédente ou en installant des plantes de couverture (**cultures intercalaires** ou **dérobées**). Afin d'éviter toute compétition avec la culture principale, la couverture est desséchée par la suite (fauchée, broyée ou herbicidee), ou gardée vivante et éventuellement contrôlée sous la culture par une application à faible dose d'herbicides.

Ensuite, la biomasse n'est pas enfouie dans le sol mais est conservée en surface. Finalement, les semis sont réalisés directement dans la couverture végétale résiduelle, après ouverture d'un simple trou ou d'un sillon avec un semoir adapté (canne planteuse manuelle ou simple bâton). Les plantes de couverture sont choisies en fonction de leur complémentarité avec la culture principale, de leurs possibles utilisations (alimentation humaine ou animale), mais surtout de leur rôle positif sur la fertilité du sol. Elles sont en effet soigneusement sélectionnées pour mimer le fonctionnement de l'écosystème forestier : elles doivent permettre la production rapide de biomasse et posséder un système racinaire pouvant atteindre les réserves en eau profondes du sol. Elles opèrent alors comme de véritables « pompes biologiques » :

- **Leurs systèmes racinaires puissants permettent de structurer le sol en surface et en profondeur**, d'éviter sa **compaction** et de maintenir des conditions de **porosité** favorables à l'ensemble des cultures en rotation. En effet, ces espèces avec des systèmes racinaires variés explorent les différentes couches du sol en profondeur. L'infiltration de l'eau et la circulation de l'air sont améliorées (macroporosité) ainsi que la **rétenction de l'eau** dans les pores plus fins (microporosité).
- **Leurs systèmes racinaires permettent de remonter et de recycler les éléments minéraux** situés dans les couches profondes du sol pour les rendre accessibles aux prochaines cultures. Cette fonction est importante pour limiter les fuites d'éléments nutritifs hors du système cultivé (nitrates pollueurs de nappes, sulfates et bases) et pour améliorer les sols pauvres afin de les rendre productifs.

Les plantes de couverture sont choisies en fonction de leurs aptitudes à assurer ces fonctions agronomiques même dans des conditions de culture difficiles (faible pluviométrie, sols très acides,...). De plus, ces plantes permettent le développement d'une forte activité biologique soutenue toute l'année; ce qui renforce progressivement les qualités physiques, biologiques et chimiques des sols. Certaines de ces plantes peuvent posséder un pouvoir désintoxiquant des sols (par exemple contre la toxicité aluminique avec le genre *Brachiaria*).



Fonctionnement des plantes de couverture

Source : Site internet du Cirad à Madagascar (www.cirad.mg)



LES TROIS TYPES DE COUVERTURE VÉGÉTALE

La durée de la saison des pluies et l'importance de la pluviométrie déterminent les possibilités d'application de l'un ou l'autre type de SCV :

- **Dans les systèmes avec couverture morte permanente**, la couverture du sol est assurée, en plus des résidus de récolte de la culture précédente, par une plante de couverture à forte production de biomasse implantée avant ou après la culture commerciale. Elle peut être roulée ou broyée avec un outil, ou bien desséchée aux herbicides totaux immédiatement avant le semis direct de la culture commerciale.
- **Dans les systèmes avec couverture vivante permanente**, la couverture est constituée d'une plante fourragère dont seule la partie aérienne est desséchée avec un herbicide de contact avant l'installation de la culture principale par des herbicides appropriés. Les organes de reproduction végétative souterrains sont ainsi préservés et permettent la pérennité du système. Le système est géré de telle façon que la plante de couverture reprenne son développement normal une fois que la culture principale a mûri.
- **Dans les systèmes mixtes**, la culture commerciale est suivie d'une plante de couverture (consommation humaine à haute valeur ajoutée pratiquée avec un minimum d'intrants) et à une culture fourragère pour l'inter-saison. Les deux cultures successives sont récoltées pendant la saison des pluies, suivies d'une production de viande ou de lait pendant la saison sèche qui est assurée par la culture fourragère ; c'est cette production forte de phytomasse en saison sèche qui permet de séquestrer un maximum de carbone dans le sol.

(d'après Séguy et al., 2001)

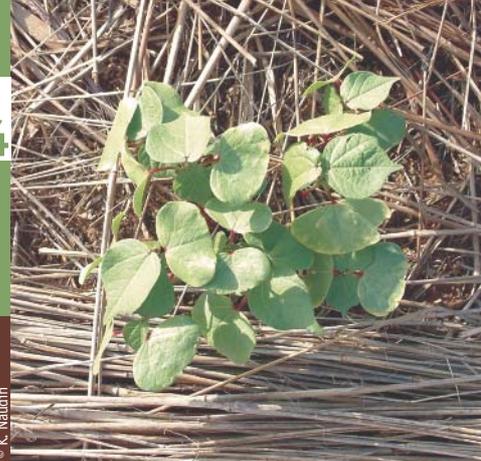
PRINCIPE 3 : LES ROTATIONS CULTURALES

En plus de leur rôle de « pompe biologique », la rotation de diverses espèces végétales permet de diversifier la flore et la faune du sol. En effet, leurs racines sécrètent différentes substances organiques qui attirent une diversité de bactéries et de champignons. Ces micro-organismes vont à leur tour jouer un rôle important dans la disponibilité des éléments nutritifs pour la plante. Les rotations culturales sont surtout importantes pour la lutte phytosanitaire « intégrée » dans la mesure où elles brisent les cycles des pathologies.

Le contrôle des mauvaises herbes se fait grâce aux effets d'ombrage (compétition pour la lumière) et/ ou par des effets allélopathiques (compétition exercée entre les plantes d'espèces différentes par l'intermédiaire de substances toxiques excrétées par les racines ou par les feuilles). La diversification des cultures permet également celle des productions (alimentation de l'homme et du bétail) et offre ainsi une meilleure stabilité économique. ■

Bénéfices agronomiques et environnementaux des SCV

1.4



© K. Naudin

Comment allier environnement et production agricole ?

Les SCV présentent de nombreux avantages sur les plans environnemental et agronomique. Beaucoup se retrouvent au niveau de la parcelle, et d'autres ne sont pas perçus directement par l'agriculteur. Certains ne sont pas encore bien appréhendés et totalement reconnus, notamment ceux qui nécessitent une adoption de ces pratiques à une plus grande échelle, au niveau d'un terroir par exemple (remontée des nappes phréatiques...).

UNE MEILLEURE PROTECTION DES SOLS CONTRE L'ÉROSION



© K. Naudin

L'érosion (hydrique, éolienne) est déclenchée par une combinaison de facteurs : pentes, agressions climatiques, mauvaise utilisation des terres, sol nu... Elle est limitée par la présence d'une couverture végétale, vivante ou morte, et le non travail du

sol. La couverture végétale diminue l'effet mécanique des gouttes de pluie sur le sol et y améliore l'infiltration de l'eau, ralentissant le ruissellement et les pertes en terre. Sa décomposition par les organismes vivants du sol forme l'humus dont le rôle est important dans la stabilisation de la structure du sol qui est alors moins tassé ou compacté. De plus, la présence d'un couvert végétal limite le dessèchement de la couche superficielle (meilleure humidité et températures moins élevées).

◇ **Effets sur la parcelle :** ruissellement moins important, meilleures stabilité et fertilité du sol, meilleures gestion et efficacité de l'eau

◇ **Effets au niveau des unités de paysage :** meilleure protection des sols et régénération de leur fertilité, protection accrue des ouvrages en aval (barrages, routes ...)

AMÉLIORATION DE LA STRUCTURE DU SOL ET DE SON ACTIVITÉ BIOLOGIQUE

L'accumulation des résidus végétaux et le non travail du sol entraînent une augmentation de la matière organique d'abord à la surface du sol (entre 0 et 10 cm), puis dans les couches en profondeur. En effet, les systèmes racinaires des cultures associées aux plantes de couverture ainsi que les micro-organismes et à la faune du sol remplissent, ensemble, la fonction de travail de la terre et d'équilibrage des éléments nutritifs du sol (« labour biologique »). La faune du sol (vers, arthropodes...) fragmente la matière organique qui est ensuite dégradée par les micro-organismes, et transportée vers des couches plus profondes du sol, où elle est plus stable. Dans les SCV les plus performants, les niveaux de matière organique peuvent ainsi rejoindre ceux des écosystèmes naturels, même en partant de conditions très dégradées, en un temps aussi court que celui qui a conduit à leur dégradation !

ÉROSION ET RUISSELLEMENT : L'EXEMPLE DU BRÉSIL

La pratique des SCV a permis de préserver 18 tonnes de sol par hectare et par an grâce à :

- une réduction de 76% des pertes dues à l'érosion par rapport aux **systèmes de culture conventionnels** ;
- une réduction du ruissellement de 69%.

(d'après Landers J. et Associação de Plantio Directo no Cerrado, 2002., cité dans Cirad, 2002)

L'utilisation de produits chimiques (pesticides et engrais minéraux) doit se faire de façon raisonnée pour ne pas affecter cette activité biologique du sol si importante. Un sol en SCV est toujours protégé des molécules polluantes par la litière permanente. En effet, au cours du processus de digestion biologique de la litière, les molécules chimiques polluantes interceptées sont dégradées en molécules plus simples non polluantes. Les SCV se comportent probablement (études en cours) comme un système auto-épurateur (sols et productions agricoles).

Les plantes de couverture à systèmes racinaires puissants permettent une « décompaction » et la récupération des sols colmatés. Elles permettent aussi de **recycler les éléments nutritifs** des couches profondes du sol. Le choix des plantes de couverture est déterminant : les plus efficaces sont les plus puissantes, capables d'assurer le mieux les fonctions à la fois de protection et de restructuration des sols, de recyclage profond des nutriments (qui exige l'utilisation de l'eau profonde du sol). La capacité de production des systèmes en matière sèche, même en saison sèche, est alors augmentée à l'image de l'écosystème forestier.

◇ **Effets sur la parcelle :** enrichissement en matière organique, azote et carbone, recyclage des éléments minéraux de la profondeur vers la surface du sol (économie d'intrants), amélioration de la structure et de la **porosité** du sol

◇ **Effets au niveau des unités de paysage :** régénération de la fertilité des sols même les plus pauvres, régulation des flux hydriques sols-nappes, qualité biologique des sols, des eaux et des productions agricoles



Sol compacté



Sol non compacté

© L. Séguin

DIMINUTION DE LA PRESSION DES MALADIES ET DES RAVAGEURS

Les SCV reposent sur des méthodes de lutte intégrée contre les maladies et ravageurs : les rotations culturales constituent un élément clé de cette nouvelle stratégie en permettant de briser le cycle des pathologies et des **adventices**. Les SCV permettent aussi de mieux réguler la nutrition des cultures en évitant les pertes par **lixiviation** vers les nappes et en réduisant les excès d'azote soluble et de sucres dans les tissus végétaux, principaux aliments des champignons pathogènes et des ravageurs. La présence d'une couverture végétale permanente sur le sol permet aussi de lutter contre les mauvaises herbes (effet d'ombrage et **allélopathie**). L'utilisation de pesticides en sera d'autant plus réduite.

- ◇ **Effets sur la parcelle** : réduction des doses d'engrais et de pesticides (économie d'intrants)
- ◇ **Effets au niveau des unités de paysage** : diminution de leur impact sur la pollution des sols et des nappes phréatiques, amélioration de la qualité et la sécurité alimentaire

UNE MEILLEURE GESTION DE L'EAU

Dans un climat sec, le sol est plus humide sous SCV (suppression du ruissellement de surface, limitation de l'évaporation, augmentation de la **capacité de rétention en eau**). L'utilisation de plantes de couverture permet aussi de capter l'humidité profonde par leurs racines, améliorant le bilan hydrique. Dans un climat humide, la plus grande facilité d'infiltration et de drainage dans le sol permet un retour de l'eau au champ plus rapide. Cette meilleure infiltration de l'eau réduit les risques d'inondation en stockant beaucoup d'eau dans le sol et en la libérant lentement pour alimenter les cours d'eau. Les SCV permettent d'avoir un sol portant même en conditions de sol saturé d'eau, offrant ainsi un accès au champ permanent pour les machines, sans risque de compaction ou de déformation accentuée de la surface du sol (réduction des coûts de production).

L'infiltration permet de recharger les nappes phréatiques. Les effets d'une adoption des SCV à plus grande échelle comme les unités de paysage, bassins versants, sur la gestion de l'eau ne sont cependant pas encore bien appréhendés et totalement reconnus. La modification et l'amélioration du bilan hydrique pour les cultures en toutes situations pédoclimatiques permettent de modifier l'aire géographique des cultures. Ainsi, le coton de plus haute productivité au monde en conditions pluviales est maintenant cultivé sous les tropiques humides (Brésil, travaux de L. Ségué *et al.*) ; les cultures de maïs et riz pluvial deviennent maintenant possible dans la zone soudanienne (nord-Cameroun, travaux de K. Naudin **3.1**).

- ◇ **Effets sur la parcelle** : meilleures utilisation et efficacité de l'eau, réduction de la consommation agricole
- ◇ **Effets attendus au niveau des unités de paysage, bassins versants, grande région écologique** : réduction des risques d'inondation et des flux destructeurs, préservation des ressources en eau (qualité et quantité), remontée des nappes phréatiques en aval, extension de l'aire géographique des cultures alimentaires et industrielles.



AGRICULTURE ET EFFET DE SERRE

L'agriculture serait responsable de 30% des émissions des gaz à effet de serre dans le monde, dont 25% des émissions de CO₂ et 70% des émissions de N₂O.

(Source: FAO, 2001)

CONTRIBUTION À LA PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ **2.2**



© L. Ségué

La couverture végétale permanente du sol, associée au non travail du sol, donne un excellent habitat aux organismes vivants dans le sol en le protégeant contre diverses agressions (érosion...), et en augmentant la quantité disponible de matière organique, base de la chaîne alimentaire. Cette couverture végétale

offre également une protection physique à d'autres espèces, qui vont à leur tour attirer des insectes, des oiseaux et d'autres animaux (toutefois, cela dépend de l'utilisation des produits phytosanitaires et de leur toxicité). La rotation ainsi que la diversification des cultures et des plantes de couverture permettent de maintenir et d'augmenter la biodiversité génétique contrairement à un système de monoculture.

Les SCV permettent la fixation de l'agriculture itinérante (responsable de 27% des surfaces déboisées annuelles sous les tropiques), contribuant indirectement à la protection des forêts tropicales en réduisant la déforestation. De même, les SCV sont les seules techniques à faible coût qui permettent de contrôler naturellement les pestes végétales comme par exemple le *Striga*, phyto-parasite des céréales sur sols dégradés (Afrique, Madagascar, Asie), qui détruit les récoltes et oblige les populations locales à changer de terroirs et donc à consommer de nouvelles ressources naturelles.

- ◇ **Effets sur la parcelle** : augmentation de la biodiversité et de l'agro-biodiversité (diversité des plantes cultivées)
- ◇ **Effets attendus au niveau des grandes régions écologiques** : contribution à la protection de la biodiversité, réduction de l'agriculture itinérante et de la déforestation, contrôle naturel et au moindre coût des pestes végétales.

SÉQUESTRATION DU CARBONE ET RÉDUCTION DE L'EFFET DE SERRE **2.3**

Stocker du carbone dans le sol représente à la fois des enjeux agronomiques (amélioration des propriétés physico-chimiques et biologiques du sol) et environnementaux (réduction de la quantité de CO₂ atmosphérique). L'augmentation de la concentration atmosphérique en gaz à effet de serre (GES) contribue au processus de réchauffement climatique. L'importance des émissions de GES en agriculture et de sa réduction possible par les pratiques agricoles comme les SCV est aujourd'hui prouvée. L'agriculture peut participer à l'effet de serre en positif ou négatif : comme émettrice de GES en **agriculture conventionnelle** et comme puits de carbone. En SCV, le bilan est fortement en faveur de la séquestration du carbone. D'une part, le semis direct permet une diminution de la consommation de carburant (moins de travail mécanisé) et réduit donc les émissions de CO₂ issues des tracteurs. D'autre part, les SCV permettent la fixation du carbone dans la matière organique accumulée dans le sol : le carbone y est littéralement piégé. Ainsi, les SCV permettent de fixer 0,5 à plus de 2 tonnes de carbone à l'hectare et par an pendant au moins 10 ans. Pratiqués à grande échelle, les SCV pourraient ainsi contribuer significativement à la maîtrise de la pollution de l'air en général, et à la limitation du réchauffement climatique.

- ◇ **Effets sur la parcelle** : économie d'intrants (fuel notamment), amélioration des sols
- ◇ **Effets attendus au niveau global** : meilleure qualité de l'air, réduction de l'effet de serre et donc contribution à la limitation du réchauffement climatique mondial. ■

Bénéfices économiques des SCV

1.5



© M. Roumet

Quels sont les gains et coûts économiques des SCV à l'échelle de la parcelle jusqu'à celle de la planète ?

Les bénéfices économiques liés aux SCV s'observent à court terme, comme la réduction des coûts de production ou à long terme comme la stabilisation des rendements. Ils peuvent être directs pour l'agriculteur (diminution du temps de travail) ou indirects (réduction des dépenses d'entretien des infrastructures). Ces bénéfices s'observent à différentes échelles, de l'agriculteur à la planète. Les conséquences économiques de la pratique du SCV dépendent des caractéristiques des systèmes SCV et des contextes dans lesquels ils s'insèrent.

À L'ÉCHELLE DU PRODUCTEUR

RÉDUCTION DES COÛTS DE PRODUCTION

- **Les SCV permettent de réduire le temps de travail** et sa pénibilité, facilitant la gestion des pics de travaux (préparation des champs, entretien des cultures). Le calendrier agricole est assoupli avec une diminution du nombre d'opérations culturales. Ce gain de temps et de main d'œuvre permet la diversification des activités ou l'augmentation des superficies cultivées et donc des revenus du producteur.
- **À long terme, des économies sont réalisées sur les intrants** (engrais, pesticides, gazole) par rapport à l'**agriculture conventionnelle**. L'absence de travail du sol permet de réaliser des économies de gazole conséquentes (jusqu'à 50% en agriculture motorisée). Les dépenses pour les traitements pesticides et les engrais sont également diminuées mais elles se mesurent à plus long terme. Le taux de matière organique du sol augmente grâce au SCV améliorant ainsi la fertilité et la **capacité de rétention en eau du sol**. Ces facteurs améliorent l'efficacité des fertilisants, induisant à long terme une réduction des quantités d'engrais utilisées. Les dépenses pour l'achat des herbicides diminuent à mesure que la couverture permanente du sol et les rotations de culture jouent leur fonction de contrôle de l'enherbement. Les attaques des pestes et ravageurs sont également réduites grâce à la pratique des rotations culturales et la mise en place de plantes de couverture.

- **En agriculture mécanisée, les charges directes de mécanisation** (entretien et réparation d'engins) sont réduites. Aucun équipement sophistiqué n'est nécessaire (excepté éventuellement le semoir) : les SCV sont à la portée des agriculteurs les plus modestes. Un nombre réduit d'opérations culturales signifie peu d'utilisation et moins de dégradation des équipements, ce qui engendre moins de dépenses en frais de maintenance ou de réparation.

DES RENDEMENTS COMPARABLES, VOIRE SUPÉRIEURS À CEUX DE L'AGRICULTURE CONVENTIONNELLE

La mise en œuvre des SCV permet d'atteindre progressivement (et de façon durable) des niveaux de production comparables, voire supérieurs à ceux de l'**agriculture conventionnelle** au bout de 2/3 ans (phase de mise en place). Les fluctuations de rendement diminuent grâce à l'amélioration des propriétés du sol et de sa fertilité. La production est moins affectée par les aléas climatiques grâce à la couverture végétale du sol (limitation de l'évaporation, meilleur état hydrique...). L'augmentation des rendements signifie celle des revenus de l'exploitant. La pratique des SCV rend également possible la culture de terres marginales. Toutefois, les rendements dépendent de la bonne réalisation technique des SCV par l'agriculteur.

DIVERSIFICATION DES PRODUCTIONS AGRICOLES

Les cultures en association, rotation ou succession permettent un gain vivrier et commercial. L'association avec l'élevage, grâce à la fonction fourragère des résidus de récolte et des plantes de couverture, permet également de diversifier les revenus. Cette diversification des productions agricoles autorise une plus grande autonomie des producteurs vis-à-vis des risques liés aux aléas de la nature (climat, problèmes phytosanitaires) et aux fluctuations des marchés pour les cultures de rente.



© J.F. Richard

BÉNÉFICES ÉCONOMIQUES CUMULÉS À L'ÉCHELLE RÉGIONALE, NATIONALE ET PLANÉTAIRE

Des avantages existent sur le plan environnemental ^{1.4} qui ne sont pas perçus directement par l'agriculteur mais qui le sont à d'autres échelles. Ils sont difficilement évaluables en termes monétaires, les gains retirés étant non marchands pour la plupart : débits des cours d'eau plus réguliers, réduction de l'érosion, augmentation de la biodiversité, remontée des nappes phréatiques... Certains sont faciles à observer et évaluer, d'autres sont probables, ou encore hypothétiques. Les données quantitatives disponibles à ces échelles sont pour l'instant très rares.

- **La meilleure régulation des eaux et la diminution du ruissellement** constatées sous SCV permettent une protection accrue des ouvrages en aval (barrages, routes ...). Cela engendre une diminution du coût de leur entretien. Au Maghreb, les SCV pourraient réduire la réalisation d'ouvrages coûteux de défense et restauration des sols et de conservation des eaux et des sols. En Tunisie, la diminution de l'érosion et du ruissellement grâce aux SCV devrait permettre la limitation des envasements des barrages (dont le coût de restauration s'élève à 0,1% du PIB).
- **On attend une remontée des nappes phréatiques en aval** due à une meilleure infiltration des eaux, ce qui permettrait une alimentation plus régulière des puits et des bas-fonds (amélioration des pâturages et des productions maraîchères de contre-saison). La qualité des eaux serait également améliorée permettant une eau potable, la pêche dans les cours d'eau... Des économies seraient entre autres réalisées en matière de traitement ou de disponibilité de l'eau agricole et potable.
- **La biodiversité est favorisée par les SCV** ^{2.2}. Ce bénéfice environnemental, complexe mais important des SCV, est difficile à évaluer monétairement car les effets de la diminution ou augmentation de la biodiversité étant indirects, l'estimation des coûts ou bénéfices engendrés n'est pas possible actuellement.
- **Le rôle des SCV dans la séquestration du carbone est reconnu** ^{2.3}. L'impact d'une large adoption des SCV sur la réduction des émissions des gaz à effets de serre et le changement climatique en général est en train d'être évaluée (fixation de 0,5 à 2 tonnes/ha/an pendant 10 à 20 ans).
- **Une production agricole améliorée et stable** permettrait un meilleur niveau de vie des agriculteurs, ce qui contribuerait à combattre la pauvreté et la faim dans le monde.



AU CAMEROUN, EN ZONE COTONNIÈRE DU NORD

Depuis 2001, plus de 200 paysans ont expérimenté les SCV (collaboration Cirad/Sodecoton) avec une rotation coton/céréales. On observe (i) un rendement de coton (+20% en moyenne) et de sorgho (+15% en moyenne) supérieur au témoin sur plus de la moitié des parcelles, (ii) une meilleure infiltration de l'eau dans le sol, (iii) des temps de travaux moindres, (iv) un revenu net en hausse (coton et sorgho). Il y a plus de dépenses d'herbicides et d'azote les trois premières années (sauf si la plante de couverture est une légumineuse).

(d'après Naudin et Balarabe, 2005 ; Naudin et Balabare, 2006)

	SCV	Agriculture traditionnelle
Revenu net (€/ha)	301	225
Jours de travail par ha	101	109
Valorisation (€/jour travaillé)	3,53	2,28

LES COÛTS LIÉS À LA PRATIQUE DES SCV

Les coûts associés à ces pratiques concernent, au niveau du producteur :

- **L'achat de la semence (plantes de couverture)**, des herbicides, du matériel et de son amortissement.
- **Il existe des coûts liés à la formation et à la diffusion de ces techniques** : les SCV demandent en effet des connaissances sur les aspects agronomiques et environnementaux. En effet, les SCV font appel à des savoirs élaborés (associations végétales, utilisation d'herbicides...). Pour les agriculteurs, il s'agit de maîtriser de nouvelles techniques et d'arriver à s'approvisionner et s'équiper en conséquence.
- **Un coût social** : il est important de ne pas sous-estimer l'aspect culturel et traditionnel profondément ancré dans les sociétés où le labour existe traditionnellement. Le SCV représente des changements radicaux de pratiques agricoles mais aussi de mentalités. L'adoption de ce nouveau système de culture demande des changements majeurs tant des itinéraires techniques (au niveau de la parcelle) que dans l'organisation et la gestion de l'exploitation agricole et du terroir (par exemple pour mieux y associer agriculture et élevage ^{4.1, 4.2}).

Les principaux coûts pour la collectivité se retrouvent dans la sensibilisation, formation, encadrement et vulgarisation des SCV. Il faut y rajouter les coûts de l'assistance technique extérieure et les coûts des services ruraux nécessaires pour pratiquer les SCV dans de bonnes conditions de diffusion (crédits, approvisionnement, marchés ...). ■

Échelles	Gains attendus	Coûts
Producteur	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution des pics de travail • Diminution de la main d'œuvre • Augmentation et stabilisation des rendements • Économie d'intrants • Diversification des productions • Augmentation du nombre de jours utiles pour effectuer les opérations culturales (accès au champ) 	<ul style="list-style-type: none"> • Achat et amortissement du matériel • Achat de semences de plantes de couverture et d'herbicides • Formation et apprentissage • Coûts d'organisation et de fonctionnement d'associations
Régionale et nationale	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution insécurité alimentaire • Meilleure protection des bassins versants, des ouvrages en aval et des zones littorales • Remontée des nappes phréatiques • Meilleure qualité des eaux et régulation hydrologique • Passage d'une agriculture itinérante et minière à une agriculture stabilisée et durable • Protection de la biodiversité 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation, sensibilisation, encadrement, vulgarisation • Assistance technique extérieure • Recherche d'accompagnement • Amélioration des services en zone rurale
Mondiale	<ul style="list-style-type: none"> • Participation à la lutte contre la pauvreté • Participation à la lutte contre l'effet de serre • Protection de la biodiversité • Augmentation de l'activité économique • Lutte contre la désertification 	

Terminologie autour de l'agriculture de conservation

1.6



© L. Séguin

Les différents termes employés dans la littérature

■ Agriculture de conservation AC (*Conservation Agriculture*)

Cette expression, promue par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) depuis 2001, désigne les systèmes de culture respectant les trois principes fondamentaux suivants : semis direct, couverture permanente (résidus de récolte ou plantes de couverture) et rotations des cultures. Depuis, il semble que son acceptation s'élargisse et perde sa spécificité du début qui coïncidait bien avec celle des SCV.

■ Agriculture biologique (ou bio)

Il s'agit d'une agriculture n'utilisant pas d'intrants chimiques de synthèse industriels (engrais, pesticides, ...). L'agriculture biologique ne s'oppose pas au labour et aux travaux répétés du sol, mais ce n'est pas souvent le cas (le travail du sol subsiste en général pour le bio). Par contre, les SCV peuvent être pratiqués en agriculture biologique.

■ Agrobiologie

Ce terme a été utilisé durant les années 90 par le Cirad pour désigner les SCV. Compte tenu de la confusion possible avec l'agriculture biologique, ce terme n'est actuellement plus utilisé.

■ Agroécologie

L'agroécologie est la science qui concerne l'ensemble des techniques protectrices du sol et améliorantes de sa fertilité, mais en même temps productives et économes en intrants chimiques. Elle améliore les fonctions naturelles des écosystèmes, et donc intensifie l'activité biologique dans et au-dessus du sol, au bénéfice de l'agriculteur et de la production agricole durable. Ce terme englobe, entre autres, les SCV, l'agriculture biologique, etc.

■ Semis direct

Le semis direct est un système de culture, dans lequel la semence est placée directement dans le sol qui n'est jamais travaillé. Seul un petit trou ou un sillon de semis est ouvert. Il peut exister une couverture végétale (permanente ou intermittente, morte ou vivante) ou, éventuellement, aucune couverture (sol nu). En général, il y a les résidus de récolte.

■ Systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale SCV (*Direct seeding mulch-based cropping systems, DMC*)

Lancée par le Cirad en 1999, cette appellation regroupe des systèmes de culture incluant les deux principes fondamentaux de suppression du travail du sol et de couverture végétale permanente du sol. L'expression « couverture végétale » signifie un mulch mort (résidus de récolte, de plantes de couverture ou d'**adventices** tuées) ou vivant associé à la culture.

■ Techniques culturales simplifiées (TCS)

Cette expression est utilisée en France par le monde agricole pour signifier une agriculture sans labour (ou techniques sans labour, TSL) mais avec un grattage superficiel du sol (**déchaumage** ou **scarifiage**) qui enfouit donc une partie des résidus de récolte et laisse généralement le sol à nu.

■ Travail du sol conventionnel (*Conventional tillage*)

Aux États-Unis, il s'agit de tous les systèmes (avec ou sans labour) qui ne permettent pas plus de 15 pour cent de couverture du sol par un mulch (résidus de culture) après semis. En France il s'agit de techniques traditionnelles avec un vrai labour.

■ Zéro-labour ou non-labour

Le plus souvent, cette expression est ambiguë car résultant d'une mauvaise traduction des termes américains (*no tillage* ou *zero tillage*). En effet, *tillage* signifie « travail du sol » et pas « labour ». La traduction fidèle de *no tillage* devrait donc être « non travail du sol » (donc « semis direct »). On peut donc parler de zéro-labour même si le sol est travaillé en surface (comme les TCS). Ce terme ne devrait donc plus être utilisé.

■ Conservation Tillage (CT)

Ce terme, d'origine américaine, désigne les systèmes pour lesquels au moins 30 pour cent de surface du sol sont couverts par des résidus de culture au moment du semis. Aux États-Unis, il comporte quatre modalités de travail du sol, les deux premières étant de loin les plus importantes :

- **No-tillage (semis direct)** sans travail du sol.
- **Mulch-tillage** qui désigne un travail du sol avec outils de tranchages du sol sub-superficiels typiquement américains (inexistants en Europe) dont un seul passage enfouit moins de 15 pour cent des résidus de récolte, la très grande majorité restant en surface. Le semis se fait alors sous mulch avec un semoir spécial. Il n'y a pas d'équivalent en France.
- **Ridge tillage** : travail sur billon permanent et semis direct sur le billon.
- **Strip tillage (ou strip-till ou zone-till)** : travail uniquement sur une bande plus ou moins étroite, travaillée souvent à la houe rotative, pour faciliter le réchauffement du sol au printemps, surtout dans la *corn-belt*.

■ No-tillage, no-till, zero-tillage, direct seeding, direct sowing, direct planting

Ces termes anglo-saxons signifient le non-travail du sol c'est-à-dire le semis direct, sans précision sur les modalités de la couverture du sol. Aux États-Unis, il s'agit de résidus de récolte avec une couverture du sol d'au moins 30 pour cent (voir ci-dessous).

■ Reduced tillage

Ce terme américain signifie une couverture du sol (résidus) de 15 à 30 pour cent de la surface au moment du semis. Il se rapproche assez des actuels TCS françaises et de l'ancien « travail minimum » (*minimum tillage*). Il faut éviter d'utiliser la traduction française « travail réduit » qui serait emprunt d'une grosse imprécision.

■ Minimum tillage (travail minimum)

Ce terme ne devrait plus être utilisé car il est trop imprécis. En effet, il a plusieurs significations aux États-Unis, au Canada et en Australie : réduction du nombre de passages d'outils (durant les années 60), ou bien exclusivement grattage de surface avec ou sans résidus de récolte (années 70). ■



*agriculture
de conservation*



Le deuxième thème de ce dossier traite des impacts attendus des SCV sur les principaux enjeux mondiaux actuels, objets des grandes conventions internationales d'environnement : le changement climatique, la lutte contre la désertification et la diversité biologique. Il s'agit entre autres de comprendre comment et pourquoi les SCV, s'ils étaient pratiqués à grande échelle, contribueraient à apporter des éléments de réponse ou de solution à ces différents enjeux. Actuellement, et particulièrement dans les pays du Sud, l'expérience récente des SCV en petite agriculture n'a pas encore eu lieu à l'échelle d'un bassin versant, voire d'une région toute entière, et ne permet pas encore d'affirmer de façon quantitative ces différents bénéfices...

S O M M A I R E

2.1 SCV, dégradation des terres et désertification

Les impacts positifs attendus des SCV en matière de lutte contre la dégradation des sols et la désertification

2.2 SCV et biodiversité

Les impacts positifs attendus des SCV en matière de protection de la biodiversité

2.3 SCV, séquestration du carbone et changement climatique

Les impacts positifs attendus des SCV en matière de séquestration du carbone et donc de lutte contre le réchauffement climatique

EN SAVOIR PLUS : LA LITTÉRATURE CONSULTÉE

2.1 Dégradation des terres

Derpsch R., Roth C.H., Sidiras N., Köpke U., 1991. *Contrôle da erosao no Parana, Brasil : sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do sol*. GTZ, IAPAR, Brésil.

Dounias I., 2001. Systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct en zones tropicales. Synthèse bibliographique. *Études et Travaux*. 19. Cirad-ca/Cnearc Montpellier, France. 139 p.+annexes.

Mainguet M., Dumay F., 2006. Combattre l'érosion éolienne : un volet de la lutte contre la désertification. *Les dossiers thématiques du CSFD*. N°3. Avril 2006. CSFD/Agropolis, Montpellier, France. Téléchargeable sur www.csf-desertification.org/dossier/dossier2.php

Raunet M., Naudin K., 2006. Lutte contre la désertification : l'apport d'une agriculture en semis direct sur couverture végétale permanente (SCV). *Les dossiers thématiques du CSFD*. N°4. Septembre 2006. CSFD, Montpellier, France. Téléchargeable sur www.csf-desertification.org/dossier/dossier2.php

Steiner K.G., 1996. *Causes de la dégradation des sols et approches pour la promotion d'une utilisation durable des sols*. GTZ, Eschborn, Allemagne. 58 p.

2.2 Biodiversité

Boyer J., 2001. La faune du sol. In: Cirad. *Méthodes et outils pour la création et l'appropriation par les paysans d'itinéraires techniques avec semis direct sur couverture végétale*. Cédérom. Montpellier, France.

Bourguignon C. et L., 2003. *Un milliard d'hectares stérilisés en un siècle ? Il est grand temps de soigner les sols !* ABCD Presse. News Letter 4. Téléchargeable sur www.abcdpresse.fr/pdf/BourguignonLastIssue.pdf

Dounias I., 2001. op. cit. 2.1.

Raunet M., 2005. SCV et biodiversité. *La Gazette des SCV au Cirad*. 25 (nov. 2005). Cirad, Montpellier, France.



2.3 Séquestration du carbone

Banque mondiale, 2003. *Évaluation du coût de la dégradation de l'environnement en Tunisie*. Washington, États-Unis.

Capillon A., Séguy L., 2002. Écosystèmes cultivés et stockage du carbone. Cas des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale. *C.R. Acad. Agric. Fr.* 88(5) : 63-70. Séance du 19 juin 2002.

de Moraes S., J.C., Cerri C.C., Piccolo M.C., Feigl B.E., Buckner J., Fornari A., S. M.F.M., Séguy L., Bouzinac S., Venzke-Filho S.P., Poullet V., Neto M.S., 2004. Le semis direct comme base de système de production visant la séquestration du carbone (O plantio Direto como base do sistema de produção visando o seqüestro de carbono). *Revista Plantio Direto*. 84 (Novembro-Dezembro) : 45-61.

Metay A., 2005. *Séquestration de carbone et flux de gaz à effet de serre. Comparaison entre semis direct et système conventionnel dans les Cerrados brésiliens*. Rapport de thèse. INA PG, Paris, France.

Raunet M., 2005. SCV et changement climatique. *La Gazette des SCV au Cirad*. 28 (décembre 2005-janvier 2006). Cirad, Montpellier, France.

Razafimbelo T.M., 2005. *Stockage et protection du carbone dans un sol ferrallitique sous systèmes en semis direct avec couverture végétale des hautes terres malgaches*. Rapport de thèse de biologie des systèmes intégrés - agronomie - environnement. ENSAM, Montpellier, France.

Richard J.-F., 2004. Agriculture de conservation et séquestration du carbone. In: AFD/Cirad/CTC/ESAK/ICARDA. *Deuxièmes rencontres méditerranéennes sur le semis direct*. 19-22 janvier 2004, Tabarka, Tunisie. Actes : 144-147.

Séguy L., Bouzinac S., Maronezzi A.C., 2001. *Dossier du semis direct sous couverture*. Cédérom. Cirad, Montpellier, France.

Séguy L., Bouzinac S., Maronezzi A.C., 2002. *Systèmes de culture et dynamiques de la matière organique : le semis direct sur couverture permanente, une révolution agricole*. Poster. Cirad, Montpellier, France.

Séguy L., Bouzinac S.; Quillet J.C. et A., Bourguignon C. et L., 2003. Dossier séquestration carbone. Et si on avait sous-estimé le potentiel de séquestration pour le semis direct ? Quelles conséquences pour la fertilité des sols et la production ? In: Séguy L. et Bouzinac S., 2003. *Agriculture durable*. Cédérom. Juin 2003. Cirad, Montpellier, France.

Séguy L., Bouzinac S., Scopel E., Ribeiro F., Belot J.L., Maronezzi A., Martin J., 2003. *Agriculture durable - 20 ans de recherche du Cirad-Ca et des ses partenaires brésiliens en zone tropicale humide, Centre-Ouest du Brésil*. Cédérom. Cirad, Montpellier, France.

• **La plupart des documents sont téléchargeables** sur le site de l'agroécologie du Cirad : <http://agroecologie.cirad.fr/index.php?rubrique=librairie&langue=fr>

• **Les publications de *La gazette des SCV au Cirad*** sont disponibles sur simple demande à Michel Raunet (Cirad), michel.raunet@cirad.fr



SCV, dégradation des terres et désertification

2.1



© M. Raunet

Les SCV permettent-ils de lutter contre la dégradation des sols en général et la désertification en particulier ?

La dégradation des sols a pris une ampleur considérable au niveau mondial. Chaque année, 5 à 7 millions d'hectares de surfaces arables disparaissent. Dans le contexte actuel de forte croissance démographique et de pression accrue sur les ressources, les sols tropicaux sont particulièrement menacés. Les systèmes de production traditionnels n'arrivent plus à maintenir la fertilité et la capacité de production des sols. Lutter contre les phénomènes de dégradation des sols et régénérer les sols dégradés sont deux objectifs essentiels des SCV.

LES FACTEURS DE LA DÉGRADATION DES SOLS



© K. Naudin

La dégradation des terres est déclenchée par une combinaison de facteurs : disparition de la couverture végétale naturelle, travail du sol, pentes, agressions climatiques, surexploitation des ressources (surpâturage...), etc. La principale cause de dégradation des terres cultivées est

l'érosion, hydrique et éolienne, qui engendre des pertes de terres considérables, en particulier sur les sols dénudés et les défriches récentes. C'est la partie superficielle des sols, la plus importante pour les cultures, où sont concentrées la matière organique et la majeure partie des éléments minéraux assimilables par les plantes, qui disparaît en priorité.

QU'EST-CE QUE LA DÉGRADATION DES SOLS ?

Il s'agit de la détérioration des propriétés chimiques, biologiques puis physiques du sol :

- Bilan annuel négatif de la matière organique et donc détérioration de la structure du sol, de la **capacité de rétention en eau**, de l'absorption et de la libération des nutriments
- Baisse de l'activité biologique (micro-organismes, insectes, vers,...)
- Acidification du sol
- Diminution des réserves de nutriments
- Salinisation par une irrigation et un drainage insuffisant
- Perte de l'**horizon** superficiel par érosion hydrique et éolienne



© M. Raunet

(d'après Steiner, 1996)

QU'EST-CE QUE LA DÉSERTIFICATION ?

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, adoptée à Paris en 1994 et ratifiée 10 ans plus tard par 190 pays, définit la désertification comme « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ».

(Pour plus d'informations, consulter le site de la convention www.unccd.int)

LA DÉSERTIFICATION : UN PROBLÈME MONDIAL



© K. Naudin

Le processus de désertification est un processus complexe impliquant de nombreux facteurs naturels et anthropiques. Il conduit à la baisse de fertilité du milieu et à l'appauvrissement des populations qui en vivent. Ce processus concerne tous les agro-systèmes de la planète où le sol est travaillé,

aussi bien les pâturages, les cultures que les espaces naturels. Le tiers de l'humanité est affecté par la désertification.

Certaines spécificités caractérisent les zones soumises à la désertification :

- **Les sols sont fragiles, pauvres et peu productifs.** Leur structure est défavorable du fait d'une extrême pauvreté en matière organique. Leur **porosité** est également faible ou totalement colmatée à faible profondeur.
- **L'eau est une ressource rare et aléatoire.** De plus, elle est en grande partie perdue (ruissellement) par défaut d'infiltration dans le sol, et n'assure plus une alimentation correcte des plantes cultivées, des pâturages et de la végétation naturelle.
- **Les agressions climatiques sont fréquentes :** pluies violentes, de courte durée et irrégulières, fortes températures.
- **Les sols en voie de désertification,** notamment en Afrique, possèdent une réserve hydrique en profondeur (en dessous d'un mètre), même en pleine saison sèche. Elle est totalement inexploitée par les racines des cultures (colmatage superficiel lié au travail du sol, scellement de la porosité des **horizons** de surface).



© M. Raunet

Ces caractéristiques, couplées à la surexploitation du milieu et des ressources par l'homme, entraînent la détérioration parfois irréversible des sols et des milieux.

LES SCV PERMETTENT DE LUTTER CONTRE LA DÉGRADATION DES SOLS



© K. Naudin

• **Impact des SCV sur la structure du sol** : la couverture végétale permanente, vivante ou morte, constitue une protection efficace contre les différentes formes de dégradation physique du sol en annulant l'impact des gouttes de pluie. Elle améliore l'infiltration

de l'eau dans les sols, ralentissant le ruissellement et stoppant les pertes en terre par érosion hydrique. Les sols sont en effet littéralement « cousus » par les racines des plantes de couverture. La présence d'un couvert végétal limite le dessèchement de la couche superficielle en stabilisant l'humidité du sol et en diminuant sa température de surface. Elle protège aussi les fines particules de sol contre le vent en limitant l'érosion éolienne. Le fait de ne plus travailler le sol et d'y laisser une couverture végétale diminue le **compactage** qui affecte de nombreux sols en culture mécanisée en zone intertropicale.

- **Impact des SCV sur les caractéristiques physico-chimiques du sol** : ils améliorent puis conservent à un niveau élevé le taux de matière organique dans le sol (production dans les 10 premiers cm). La matière organique joue un rôle fondamental sur les caractéristiques physico-chimiques du sol (stabilité structurale, stockage de l'eau et des éléments minéraux, etc.). La disponibilité des éléments minéraux est améliorée dans le sol (remontée des éléments minéraux situés en profondeur grâce aux systèmes racinaires des plantes de couverture). La **fixation de l'azote atmosphérique** peut être améliorée grâce à l'utilisation de légumineuses. Les pertes d'éléments minéraux diminuent du fait du ralentissement de l'érosion, du ruissellement, du lessivage et de leur **recyclage**. L'augmentation des nutriments issus des résidus de culture contribue à la réduction des problèmes d'acidité du sol.
- **Impact des SCV sur le stockage de l'eau dans le sol** : l'infiltration de l'eau est meilleure, l'humidité est conservée (limitation de l'évaporation) et la qualité des eaux est améliorée. La capacité de stockage du sol en eau augmente. L'enrichissement en matière organique améliore cette **capacité de rétention**. L'enracinement est amélioré en augmentant la **porosité** du sol en profondeur.
- **Impact des SCV sur l'activité biologique du sol** : les plantes de couverture créent des conditions de température et d'humidité favorables et fournissent de la matière organique. Divers organismes vivants, des grands insectes aux organismes microscopiques, trouvent alors un habitat et des conditions idoines pour leur développement. Par les galeries qu'ils creusent, verticalement et horizontalement, ils contribuent à l'amélioration de la **porosité** du sol, et améliorent ses caractéristiques chimiques en décomposant la matière organique fraîche, provoquant la libération d'éléments minéraux assimilables par la plante. Ils participent à la formation d'humus (humification), à la fois source d'éléments minéraux pour la plante et élément favorable jouant sur la structure physique d'un sol.

La macrofaune (taille supérieure à 2 mm : insectes, vers...) participe à l'augmentation de la porosité du sol. La mésofaune (entre 0,2 et 2 mm : collemboles, acariens, ...) est à l'origine de la micro-structure du sol. La microfaune (inférieure à 0,2 mm : protozoaires, nématodes) agit sur les transformations chimiques du sol. Il ne faut pas oublier la composante végétale, essentiellement des micro-organismes composant la micro-flore (algues, champignons, actinomycètes, bactéries) qui sont les agents de la minéralisation et de l'humification dans le sol.

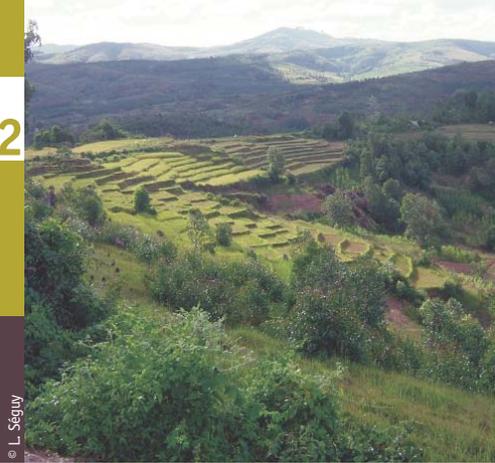
Facteurs favorisant la dégradation des sols	Impacts des SCV	Effets attendus
Caractéristiques physiques des sols : <ul style="list-style-type: none"> • Structure (limoneux ou argileux à kaolinite) • Faible taux de matière organique 	<ul style="list-style-type: none"> • Enrichissement en matière organique • Action des racines des plantes de couverture • Augmentation de l'activité biologique • Maintien d'une porosité favorable 	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de la stabilité structurale • Régénération des sols dégradés
Passage d'engins lourds, travail du sol en mauvaises conditions (érosion mécanique, compactage des sols)	<ul style="list-style-type: none"> • Limitation du nombre de passage d'engins lourds • Sol non travaillé • Profil de sol plus ferme 	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de la structure du sol • Meilleur accès des machines au champ
Vents violents, sol nu pulvérisé (érosion éolienne)	<ul style="list-style-type: none"> • Protection par la couverture végétale 	<ul style="list-style-type: none"> • Lutte contre la perte de terre et les nuages de poussières
Pluies violentes, pentes fortes, sol nu (érosion hydrique)	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de l'impact des gouttes de pluie par la couverture végétale • Sol « cousu » • Augmentation de l'infiltration 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution des ruissellements et des pertes en terres et eau

EFFETS DES SCV À L'ÉCHELLE DES TERROIRS, DES BASSINS VERSANTS ET DES PAYSAGES

- **Dans les zones arides et semi-arides**, l'érosion, notamment éolienne, est une cause importante de désertification et de dégradation des sols. La diminution, voire l'arrêt de l'érosion devrait avoir un impact significatif en matière de lutte contre la désertification.
- **De façon indirecte, le comblement des retenues des barrages en aval est moins rapide** et les dégâts sur les autres infrastructures collectives (routes, constructions,...) sont limités grâce à la pratique des SCV. Les travaux anti-érosifs (de défense et restauration des sols et de conservation des eaux et des sols), lourds et coûteux, ne sont plus nécessaires sur les terres cultivées en SCV. C'est le cas au Maghreb et notamment en Tunisie.
- **Grâce à la diminution importante du ruissellement**, les parties aval des paysages, dépressions, cuvettes, bas-fonds et parties inférieures des glacis, ne devraient plus être inondées. Les terroirs et zones habitées seraient ainsi protégés et ne seraient plus condamnés par les brutales arrivées d'eau.
- **L'augmentation de l'infiltration de l'eau à l'échelle des bassins versants** devrait permettre la remontée (un à plusieurs mètres) des nappes phréatiques. Les puits des villages seraient alors moins profonds et moins susceptibles de s'assécher, les bas-fonds seraient mieux alimentés en eau, de façon plus régulière améliorant les conditions de la riziculture, du maraîchage de contre-saison et de l'abreuvement des animaux, les écoulements des cours d'eau seraient régularisés et étalés sur toute l'année. ■



© K. Tao



© L. Séguin

Les SCV peuvent-ils réconcilier agriculture et conservation de la biodiversité ?

La biodiversité contribue, de multiples façons, au développement des communautés humaines en fournissant des produits variés (aliments, bois,...) et en rendant de multiples services (fixation du carbone par exemple). En plus de son intérêt écologique pour la communauté, sa valeur économique est actuellement mise en avant. Le déclin de la biodiversité est reconnu par l'ensemble des scientifiques et des politiques au niveau international et les activités humaines sont aujourd'hui pointées du doigt. La question de la modification des pratiques anthropiques se pose inévitablement, et notamment celle des pratiques culturales.

LES EFFETS BÉNÉFIQUES DES SCV SUR LA BIODIVERSITÉ À DIFFÉRENTES ÉCHELLES

Les SCV contribuent de diverses manières à la durabilité des systèmes de production, en augmentant la diversité faunique et floristique du sol, sans pour autant affecter les niveaux de rendements ou de production. Après quelques années de mise en oeuvre, leurs impacts bénéfiques sur la biodiversité sont perceptibles à différentes échelles : depuis les micro-organismes du sol jusqu'à la forêt, voire la région naturelle.

LA BIODIVERSITÉ



© V. Beauval

Le terme « biodiversité » est la contraction de « diversité biologique ». Selon, la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique, il s'agit de la « *variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend*

la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes ». Il existe trois niveaux auxquels la biodiversité est associée :

- **la diversité génétique** : diversité des gènes au sein d'une espèce
- **la diversité spécifique** : diversité entre les espèces
- **la diversité au niveau des écosystèmes** : diversité à un niveau d'organisation plus élevé, l'écosystème, qui comprend la diversité des différents processus et interactions durables entre les espèces, leurs habitats et l'environnement.

(pour plus d'informations, consulter le site de la convention www.biodiv.org)

LE SOL : POINT DE VUE D'UN MICROBIOLOGISTE

« Le sol est une matière vivante complexe, plus complexe encore que l'eau ou l'atmosphère qui sont des milieux relativement simples. Vous savez, le sol est un milieu minoritaire sur notre planète : il n'a que 30 centimètres d'épaisseur en moyenne. C'est le seul milieu qui provienne de la fusion du monde minéral des roches-mères et du monde organique de la surface - les humus. [...] Sur trente centimètres d'épaisseur, le sol héberge 80% de la biomasse vivante du globe. Et dans ce sol, très mince, il y a beaucoup plus d'êtres vivants que sur le reste de la surface de la terre. Cela ne se voit pas. C'est un monde microbien que l'on a d'autant plus négligé qu'il ne coûte rien... [...] Les microbes sont fondamentaux pour la vie. Sans ces intermédiaires, les plantes ne peuvent pas se nourrir. L'industrie de l'homme, dans son fonctionnement, ne fait que copier le microbe. Le problème, c'est l'énergie phénoménale que cela coûte. Les bactéries des sols **fixent l'azote** de l'air pour faire des nitrates. Gratuitement ! L'homme, lui, utilise 10 tonnes de pétrole pour fixer une tonne d'azote. Qu'il vend. Cher. En oubliant de dire que les molécules chimiques ne fabriquent pas un sol. C'est le paysan qui le fabrique de ses mains, ce sol. Alors évidemment, l'industrie a eu intérêt à remplacer le modèle traditionnel de l'agriculture française... Les agriculteurs biologiques ou biodynamiques ont des sols beaucoup plus actifs que ceux qui travaillent en conventionnel. Des sols vivants. »

(d'après Claude Bourguignon, 2003)

SCV ET BIODIVERSITÉ DANS LES SOLS

La couverture végétale permanente du sol, associée au non travail du sol, construit un excellent habitat aux organismes vivants du sol en les protégeant des agressions (érosion...), et en augmentant la quantité disponible de matière organique. De plus, les systèmes racinaires (plantes cultivées, de couverture, **adventices**) servent de support nutritif et permettent aux organismes du sol de proliférer. La faune du sol se divise en trois groupes : macrofaune (taille > 2 mm : insectes, vers...), mésofaune (0,2 à 2 mm : collemboles, acariens,...), microfaune (< 0,2 mm : protozoaires, nématodes) et micro-flore (algues, champignons, bactéries,...). Elle est plus importante dans les parcelles gérées en SCV que celles **conventionnelles** (espèces plus nombreuses et taille des populations plus importante), notamment dans la couche superficielle du sol (0-10 cm). Avec l'augmentation de la biodiversité et l'amélioration des activités des organismes du sol, les bases de la chaîne alimentaire sont ainsi restaurées, ce qui profite également à d'autres espèces (oiseaux, rongeurs,...) qui bénéficieront à leur tour de la protection physique de la couverture végétale.

SCV, DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE ET AGROBIODIVERSITÉ



© K. Naudin

Les composantes de la diversité biologique liées à l'alimentation et à l'agriculture constituent l'agrobiodiversité (plantes cultivées, animaux domestiques,...). Avec la spécialisation, l'uniformisation et l'intensification de l'**agriculture conventionnelle**, les bases génétiques, réservoir de biodiversité des plantes cultivées,

diminuent de façon alarmante et de nombreux gènes potentiellement utiles disparaissent. Au niveau variétal, les SCV permettent de mieux exploiter cette diversité génétique. Beaucoup de variétés, considérées comme sensibles à certaines pestes en agriculture conventionnelle, sont éliminées par sélection malgré des avantages par ailleurs (rusticité, faible exigence en engrais...). Elles s'avèrent en réalité beaucoup mieux protégées ou plus tolérantes dans certaines conditions de micro-environnement créées par les SCV pour lesquelles elles sont mieux adaptées. De nombreuses variétés sont ainsi à réhabiliter en SCV.

Les exploitations conduites en SCV se basent sur la diversification des cultures contrairement à la monoculture. Par conséquent, elles exploitent et créent de la diversité biologique. La pratique des rotations et la diversification des cultures, couvertures mixtes avec mélange de plantes, contribuent à augmenter l'agrobiodiversité. En effet, les plantes de couverture sont très variées et peuvent être utilisées en mélange (légumineuses, graminées, crucifères,...). Elles assurent ainsi diverses fonctions agronomiques complémentaires (production de biomasse, fourrage, restructuration du sol, effets allélopathiques, **recyclage** spécifique de nutriments, neutralisation de l'acidité ou au contraire de la salinité, etc.). L'utilisation des produits phytosanitaires dans les parcelles gérées en SCV peuvent aller à l'encontre de l'augmentation de cette agrobiodiversité. Leur utilisation doit alors être raisonnée.



© V. Beauval

SCV, BIODIVERSITÉ DES FORÊTS TROPICALES ET AIRES PROTÉGÉES

En régions intertropicales, les paysans pratiquent toujours l'**agriculture itinérante sur brûlis** en forêt. Avec une pression foncière importante, le temps de jachère est actuellement fortement réduit et ne permet pas la reconstitution forestière ni celle de la fertilité des sols. De plus, cette pratique est une des premières causes de déforestation sous les tropiques (27% des surfaces déboisées par an). Ceci a un impact important sur la diminution de la diversité biologique. Les SCV permettent de combiner, en un même lieu et sur une même durée, production agricole et reconstitution de la fertilité. Les « jardins tropicaux », qui associent cultures annuelles traditionnelles, cultures arbustives de rente et élevage diversifié, en sont un exemple illustratif (côte Est de Madagascar).

La pratique généralisée des SCV permettrait alors une fixation de l'agriculture itinérante, contribuant ainsi à la protection des forêts tropicales et de la biodiversité forestière. Cet impact positif des SCV est également probable dans les zones périphériques des aires protégées, qui constituent un véritable enjeu pour les communautés paysannes en manque de terres à cultiver (notamment en Afrique australe). Le conflit entre « réservoirs de biodiversité » et « réservoirs de terres arables » est réel dans ces zones et les SCV pourraient très certainement être une alternative intéressante. Les terres gérées en SCV sont de plus favorables à la faune sauvage (oiseaux, reptiles, mammifères...) grâce à l'amélioration constatée de la biodiversité et de l'activité biologique dans les sols et à la protection physique offerte par la couverture végétale. Par ailleurs, la faune aquatique des étangs et cours d'eau est préservée par les SCV à faibles niveaux d'intrants (qualité des eaux améliorée par rapport à l'**agriculture conventionnelle**). ■



LA QUESTION DES PESTES ET DES NUISIBLES À LA PRODUCTION AGRICOLE

L'augmentation de la biodiversité peut signifier une augmentation des pestes et nuisibles : **adventices**, pathogènes (virus, bactéries, champignons), nématodes, termites, larves, limaces, insectes, etc. La lutte intégrée des pestes fait partie de la pratique des SCV à faibles niveaux d'intrants. C'est même une condition de leur réussite, mais aussi une de leurs principales difficultés ! Cette lutte n'exclut pas l'utilisation de certains pesticides (à faibles doses et diversifiés). Les plantes de couverture facilitent le contrôle des mauvaises herbes. En effet, les plantes de couverture, mortes ou vivantes, gênent le développement des mauvaises herbes en faisant écran au passage de la lumière. Dans le cas du contrôle par **allélopathie**, elles émettent des substances chimiques qui gênent le développement des adventices. Mais, attention, il faut également parvenir à contrôler la plante de couverture afin qu'elle ne concurrence pas la culture principale ! Les rotations culturales constituent également un élément clé du succès des SCV en permettant de briser le cycle des pathologies et des adventices.

SCV, séquestration du carbone et changement climatique

2.3



© V. Beaulat

Comment limiter le réchauffement climatique grâce à de nouvelles pratiques agricoles ?

Le réchauffement climatique a déjà commencé et risque de s'amplifier à l'avenir, avec toutes ses conséquences néfastes pour la planète. Le CO_2 est l'un des principaux gaz à effet de serre. La mise en oeuvre du Protocole de Kyoto nécessite alors une approche qui comprend la réduction de la consommation d'énergie, l'utilisation de sources d'énergie pauvres en carbone, ainsi que la séquestration du carbone. En proposant des pratiques alternatives culturales à fort pouvoir de séquestration de carbone comme les SCV, les pays à vocation agricole pourraient ainsi participer activement à la limitation de l'effet de serre

GAZ À EFFETS DE SERRE ET ACTIVITÉS AGRICOLES



© L. Séguin

L'augmentation de la concentration atmosphérique en gaz à effet de serre (CO_2 , CH_4 , N_2O , H_2O) contribue au processus de réchauffement climatique. Il s'agit principalement du dioxyde de carbone (CO_2). En effet, le volume de CO_2 émis vers l'atmosphère contribue

pour 50 pour cent à l'effet de serre. Toutefois, les oxydes d'azote (NO et N_2O) ont également un impact important en termes d'effet de serre car, à volume égal, l'effet du N_2O est de 200 à 300 fois celui du CO_2 !

L'importance des émissions de ces gaz en agriculture ainsi que leur réduction potentielle par les pratiques agricoles sont aujourd'hui prouvées. L'agriculture participe à l'effet de serre à deux niveaux : comme émettrice de gaz à effet de serre et comme puits de carbone. En effet, l'activité agricole représente plus de 23 pour cent du total de CO_2 émis. La combustion de carburant, les effluents d'élevage et l'utilisation d'engrais azotés en agriculture augmentent aussi le dégagement d'oxyde d'azote. De nombreuses activités agricoles agissent ainsi sur la séquestration ou les émissions de gaz à effet de serre : travail du sol, gestion des intrants, combustion d'énergie fossile (machines), élevage, etc. Tout changement des pratiques agricoles entraînera par conséquent des changements du niveau de fixation et de libération du carbone.

LES SOLS ET LA VÉGÉTATION : DES PUIXS DE CARBONE IMPORTANTS

La séquestration du carbone consiste à capter le carbone émis par les sources (véhicules par exemple) et l'entreposer dans un réservoir (sols, végétation, océans...). Les végétaux représentent le point de départ du cycle du carbone. Grâce à la photosynthèse, les plantes absorbent le carbone de l'air (CO_2) et l'intègrent à leur propre biomasse (feuilles, bois, racines, fleurs et fruits). Cette matière organique sert de nourriture aux **organismes hétérotrophes** (consommateurs). La respiration des hétérotrophes et des **autotrophes** renvoie du carbone dans l'atmosphère (CO_2).

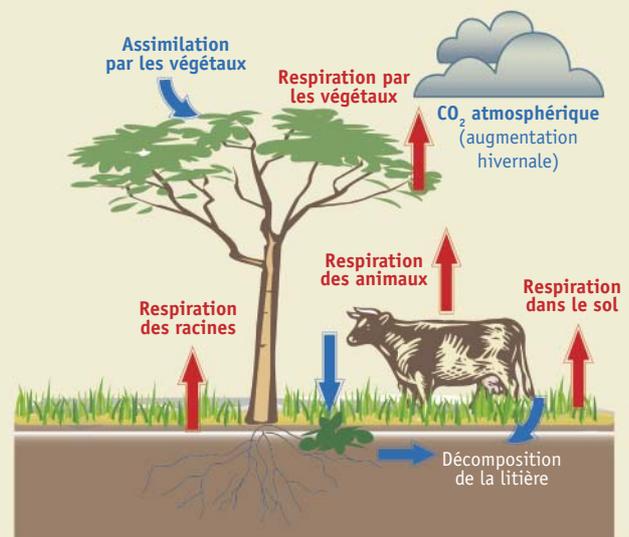


© V. Beaulat

Pour parler de « puits » de carbone, il faut parler de bilan du carbone. En effet la végétation et le sol sont considérés comme puits de carbone s'ils fixent (ou accumulent) plus de carbone qu'ils n'en libèrent. Stocker du carbone dans le sol représente alors à la fois des enjeux agronomiques (amélioration des propriétés physico-chimiques du sol) et environnementaux (réduction de la quantité de CO_2 atmosphérique). En effet, les sols constituent un énorme réservoir de carbone. À l'échelle planétaire, les sols séquestrent davantage de carbone (1 550 milliards de tonnes) que l'atmosphère (750 milliards de tonnes) et la biomasse végétale (550 milliards de tonnes) réunies :

- **Les sols sous forêt naturelle** contiennent la plus forte proportion de carbone stocké dans l'humus (matière organique stable), les racines, la litière non décomposée à la surface du sol et les organismes hétérotrophes présents dans le sol.
- **Les prairies** stockent également du carbone en grande quantité, principalement dans le sol.
- **Les sols agricoles**, suivant leur mode de gestion, peuvent aussi se comporter comme des puits de carbone, mais le plus souvent ils sont des sources de carbone atmosphérique. Diverses études (Cirad) ont montré que le potentiel de séquestration du carbone des sols agricoles gérés en SCV est d'environ 1 à 2 t/ha/an de carbone sur 10 à 15 ans.

Il est alors possible de stocker du carbone en changeant soit l'usage des terres (afforestation), soit les pratiques agricoles (non travail du sol et couvert végétal permanent).



Cycle du carbone

IMPACTS BÉNÉFIQUES DES SCV SUR LA SÉQUESTRATION DU CARBONE



© V. Beauval

Pratiqués à grande échelle, les SCV pourraient contribuer significativement à la maîtrise de la pollution de l'air en général, et au réchauffement climatique en particulier. En effet, ils ont plusieurs impacts sur le bilan de CO₂ en réduisant les émissions et surtout en séquestrant le carbone :

- **Les SCV éliminent le travail du sol** qui contribue beaucoup à la libération de CO₂. En agriculture tropicale, le travail du sol accélère la décomposition de la matière organique (minéralisation microbienne) et donc la libération de carbone. De ce fait, les SCV permettent à l'agriculture de devenir stockeur net de CO₂ et non plus producteur net.
- **Les SCV permettent de diminuer, voire d'arrêter l'érosion de surface**, et donc la perte de la matière organique fixatrice de carbone.
- **Les SCV augmentent significativement la teneur en matière organique du sol** en quelques années. Ils permettent ainsi la fixation du carbone dans la matière organique accumulée dans le sol à partir des résidus de récolte et des plantes de couverture. La quantité de carbone qui peut être séquestrée est donc essentiellement liée à l'augmentation de la biomasse végétale et à sa nature (plus les résidus de récolte recyclés annuels sont riches en lignine et plus leur participation à la reconstitution du stock d'humus est importante).
- **Les SCV réduisent fortement le travail mécanisé** et donc les consommations de carburant. Le labour est de toutes les opérations culturales celle qui consomme le plus d'énergie dans les systèmes mécanisés. Comparativement à l'**agriculture conventionnelle**, les SCV permettent une diminution significative de la consommation de carburant et donc une réduction des émissions de CO₂ et CO issus des tracteurs.

- **La déforestation en zone tropicale due à l'agriculture itinérante sur brûlis** a un double impact sur l'augmentation de l'effet de serre : par la forte libération de carbone par combustion de la biomasse lors du brûlis (100 à 200 t/ha de carbone) et par une baisse régulière du taux de matière organique des anciens sols forestiers transformés en sols cultivés travaillés. Les SCV permettent une sédentarisation des agriculteurs itinérants et donc de ce point de vue participent indirectement à la séquestration du carbone.
- **L'impact des SCV sur la richesse et la diversité de la faune et de la flore du sol** doit également être souligné car ces dernières induisent un accroissement de la capacité de stockage des sols et une diversification des modes de transformation.

Dans les sols gérés en SCV, on ne connaît que peu de choses sur la production d'oxyde d'azote lors des processus de nitrification-dénitrification bactériennes, en particulier si des légumineuses sont utilisées comme plantes de couverture. Toutefois, les SCV ne semblent pas induire d'accroissement des émissions de NO et N₂O.

La capacité des SCV à stocker du carbone leur confère un intérêt environnemental important et pourrait devenir un objectif à part entière dans le cadre du débat international, marchand ou non, sur l'effet de serre. ■



CALCULER L'IMPACT ÉCONOMIQUE DE LA SÉQUESTRATION DU CARBONE SOUS SCV : L'EXEMPLE DE LA TUNISIE



© J.E. Richard

Estimer la valeur économique de la séquestration du carbone dépend de son prix sur le marché du carbone : environ 10 USD par tonne (dans le cadre du marché des droits d'émission instauré au titre du Protocole de Kyoto). La Banque mondiale (2003) estime

que le coût des dommages internationaux est de 20 USD par tonne de carbone émise. En Tunisie, les SCV permettraient de stocker 0,5 tonnes C/ha/an sur 20 ans, soit 10 tonnes par hectare. Si 60% des terres fertiles de ce pays sont cultivées en SCV (3 millions ha), l'adoption des SCV représenterait un bénéfice international non actualisé de 600 millions de dollars sur 20 ans. En considérant une réduction de 40% des émissions de carbone d'origine agricole sous SCV (travaux du Cirad), et en sachant qu'en 1994 ce pays a émis 2,6 tonnes de CO₂/hab/an et qu'il y a environ 10 millions d'habitants, le bénéfice international total serait de 21 millions de dollars en 2003. Sans actualiser, cela correspondrait à 462 millions de dollars sur 20 ans !

(d'après Richard, 2004)



QUELQUES CHIFFRES ÉLOQUENTS...

- Dans les *cerrados* brésiliens, des études (Cirad) ont constaté une perte de 0,2 à 1,4 tonnes C/ha/an en agriculture conventionnelle dans les **horizons** [0-10 cm] et [10-20 cm]. À l'inverse, en SCV, le taux de carbone du sol augmente de 0,83 à 2,4 tonnes C/ha/an selon le lieu, le type de système et les espèces de couverture. La recharge en carbone intéresse d'abord et surtout les horizons superficiels.
- À Madagascar (région d'Antsirabe, Hautes Terres), des études ont montré des teneurs en C significativement plus élevées sous SCV par rapport au système conventionnel, à 0-5 et 5-10 cm de profondeur. Au-delà de 10 cm de profondeur, les deux modes de gestion ne présentent plus de différence. Les séquestrations annuelles sont élevées pour les systèmes SCV : de 0,7 à 1,0 tonnes C/ha/an (couche de 0-20 cm), en grande partie attribuée à l'importante quantité de biomasse restituée par ces systèmes, par rapport au système labouré.

(d'après Séguy et al., 2002 ; Razafimbelo, 2005)

3 Dispositifs de recherche-action sur les SCV dans différents pays



© L. Séguy

Les études de cas exposées dans le thème 3 de ce dossier sont destinées à fournir des exemples concrets et réussis de mise en place de SCV dans le cadre du PTA et dans quatre pays du Sud, tous réalisées dans l'esprit de la recherche-action du Cirad. Ces exemples prennent place dans des zones très contrastées aux plans géomorphologique, pédologique, climatique et socio-économique. Leur point commun est que ces zones sont toutes soumises à de graves problèmes d'érosion et de dégradation des terres. L'Afrique centrale est représenté par le **Cameroun**, l'océan indien et l'Afrique australe par **Madagascar**, l'Asie du sud-est par le **Laos** et enfin l'Afrique du Nord et le pourtour méditerranéen par la **Tunisie**.

S O M M A I R E

3.1 Les systèmes cotonniers du Nord-Cameroun

- a. Mise en place de SCV céréale/coton sur couverture morte
- b. Les principaux impacts

3.2 Les SCV au Laos

- a. Mise en place d'un programme national en agroécologie
- b. Les principaux impacts

3.3 Les SCV à Madagascar

- a. Mise en place de techniques agro-écologiques pour des écologies variées
- b. Les principaux impacts

3.4 Les systèmes céréaliers du nord de la Tunisie

- a. Mise en place de SCV de céréales sur couverture morte
- b. Les principaux impacts

EN SAVOIR PLUS : LA LITTÉRATURE CONSULTÉE

3.1 Cameroun

Adoum O., 2005. *Effets des modes de culture sur les propriétés physiques du sol : comparaison du semis direct et systèmes de culture sur couverture végétale au Nord du Cameroun*. Mémoire d'ingénieur agronome, FASA, Dschang, Cameroun.

Bikay S., 2005. *Inventaire de la macrofaune en culture cotonnière sous quatre modes de gestion des sols : cas de Windé Pintchoumba (Nord) et Zouana (Extrême-Nord)*. Mémoire d'ingénieur agronome. Université de Dschang, Cameroun.

Brévault T, Bikay S, Naudin K., 2005. Macrofauna pattern in conventional and direct seeding mulchbased cotton cropping systems in North Cameroon. In: *III^e world congress on conservation agriculture*, Nairobi (African conservation tillage network).

Naudin K., 2002. *Systèmes de culture sur couverture végétale. Saison 2001/2002. Rapport d'activité Juin 2001-Février 2002*. Cirad/Sodecoton, Garoua, Cameroun.

Naudin K., Balarabe O., Guibert H., Abou Abba A., Charpentier H., 2003. *Designing of direct seeding cropping systems with Northern Cameroonian farmers*.

Naudin K., Balarabe O., 2004. *Systèmes de culture sur couverture végétale. Résultats campagne 2003. Vol. I. Synthèse*. Cirad/Sodecoton, Garoua, Cameroun.

Naudin K., Balarabe O., 2005. Four-years of experimentation on under mulch by North Cameroonian farmers. In: *III^e world congress on conservation agriculture, Nairobi (African conservation tillage network)*.

Naudin K., Balarabe O., Aboubakary, 2005. *Systèmes de culture sur couverture végétale. Résultats campagne 2004. Vol. I. Synthèse*. Cirad/Sodecoton, Garoua, Cameroun.

Naudin K., Balarabe O., 2006. *Appui au projet ESA. Suivi de la composante systèmes de culture sur couverture végétale. Mission à Maroua et Garoua, Cameroun, du 22 février au 1^{er} mars 2006*. Rapport de mission, Cirad, Montpellier, France.

Njoya A., Awa A.A., Onana J., Kameni A., Ngo Tama A.C., Awa D.N., 2003. Gestion alimentaire du bétail dans le cadre du système de culture sous couverture végétale au nord du Cameroun. In: *IRAD. Résultats des travaux réalisés entre mai 2002 et juin 2003*. Garoua, Cameroun : 61-98.

Raunet M., Naudin K., 2006. Lutte contre la désertification : l'apport d'une agriculture en semis direct sur couverture végétale permanente (SCV). *Les dossiers thématiques du CSFD*. N°4. Septembre 2006. CSFD, Montpellier, France. Téléchargeable sur www.csf-desertification.org/dossier/dossier2.php

Séguy L. (animateur scientifique SCV), 1998-2004. *Rapports annuels de mission d'appui au Cameroun*. Cirad, Montpellier, France.

Soutou G., 2004. *Modifications du bilan hydrique par les systèmes de culture sur couverture végétale : cas du cotonnier et du sorgho dans l'Extrême-Nord du Cameroun*. Mémoire de fin d'études. Agro. M., Montpellier, France.

Soutou G., Naudin K., Scopel E. 2005. Crop water balance in conventional and direct seeding mulchbased cotton cropping systems in North Cameroon. In: *III^e world congress on conservation agriculture, Nairobi (African conservation tillage network)*.

3.2 Laos

Cirad/NAFRI/AFD/FFEM/MAE, 2006. *Semis direct sur couverture végétale permanente (SCV). Enjeux et potentiels pour une agriculture durable du Laos.*

NAFRI, Cirad, 2005. Development and implementation of direct seeding mulch-based cropping systems in South-East Asia. Case studies from the Lao national Agro-ecology programme. Tivet F., Tran Quoc H., Lienhard P., Chabanne A., Panyasiri K. (eds). *PRONAE Working document*. AFD/FFEM/MAE/NAFRI/Cirad.

Séguy L. (animateur scientifique SCV), 2000-2005. Rapports annuels de mission d'appui au Laos. Cirad, Montpellier, France.

Tivet F., 2005. *Rapport annuel d'activités. Année 2005*. Cirad, Montpellier, France.

Tivet F., Khamxaykhay C., Tran Quoc H., Chantharath B., Panyasiri K., Julien P., Séguy L., 2003. *Comparison of conventional and direct seeding techniques on lowland ecosystem South of Sayaboury province - PDR Lao*. NAFRI, Cirad, AFD.

Tivet F., Khamxaykhay C., Tran Quoc H., Chantharath B., Panyasiri K., Julien P., Séguy L., 2003. *Agroecology approach for the south of Sayaboury province - PDR Lao Direct seeding on vegetal cover*.

Tivet F., Khamxaykhay C., Tran Quoc H., Chantharath B., Panyasiri K., Julien P., Séguy L., 2003. *Implementing direct seeding techniques for the rainfed upland rice South of Sayaboury province - PDR Lao*.

Tran Quoc H., Tivet F., Khamxaykhay C., Keoudouangsy C., Séguy L., 2006. *Issues Concerning the Adoption of Direct Seeding Mulch-Based Cropping Systems in Southern Xayaboury, Lao*.

Site Internet de l'UR SCV du Cirad : www.cirad.fr/ur/index.php/couverts permanents/projet de recherche/asie du sud est/le projet laos

3.3 Madagascar

Balarabe O., 2004. *Rapport de stage de formation effectué auprès de l'ONG TATA à Madagascar - Expériences sur les Systèmes de culture sur Couverture Végétale (SCV) acquises par l'ONG TATA et l'équipe du Cirad depuis plus de 10 ans. Valoriser leurs acquis sur le plan technique et sur le plan de l'organisation. 19 mars au 17 avril 2004*. Cirad, Montpellier, France.

Chabierski S., Dabat M.H., Grandjean P., Ravalitera A., Andriamalala H., 2005. *Une approche socio-éco-territoriale en appui à la diffusion des techniques agro-écologiques au Lac Alaotra, Madagascar*. Cirad, Montpellier, France.

Charpentier H., Razanamparany C., Rasoloarimanana D., Rakotonarivo B., 2001. *Rapport du Projet de diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar - rapport de campagne 2000/2001 et synthèse des 3 années du projet*. Cirad, Montpellier, France.

Charpentier H., Razanamparany C., Andriantsilavo M., Andriaman-draivonona H., 2004. *Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar - Rapport de campagne 2002-2003*. Cirad, Montpellier, France.

Husson O., n.d. *Intérêts et contraintes de mise en culture de nouvelles variétés de riz brésiliens poly-aptitudes appelées SEBOTA*. Cirad, Montpellier, France.

Husson O., Andriamahana M., Rakotondralambo T., Rakotondramana, Ramarason I., Rasolo F., 2003. *Diffusion of direct planting on permanent soil cover. the direct seeding group of Madagascar (GSDM)*. Poster.

Husson O., Rakotondramana, Séguy L., Cirad/GSDM, 2006. *Le semis direct sur couverture végétale permanente. Enjeux et potentiel pour une agriculture durable à Madagascar*. Plaquette. Cirad, Montpellier, France.

Michellon R., Moussa N., Razanamparany C., Razakamiaramanana, Husson O., Séguy L., 2005. *Lécobuage : une pratique à faible coût pour restaurer rapidement la fertilité du sol et augmenter la production*. Cirad, Montpellier, France.

Michellon R., Ramarason I., Razanamparany C., Moussa N., Séguy L., 2005. *Conception de systèmes de culture sur couverture végétale permanente avec un minimum d'intrants sur les hautes-terres Malgaches*. Poster. Cirad, Montpellier, France.

Muller B., Rabezahary S., Rakotoarisoa J., Razakamiaramanana, Dusserre J., 2005. *Réduction du ruissellement en semis direct sur couverture végétale : quel intérêt hydrique sur les cultures sur les hautes terres de Madagascar ?* Cirad, Montpellier, France.

Naudin K., Husson O., Rollin D., Guibert H., Charpentier H., Abou Abba A., Njoya A., Olina J.P., Séguy L., 2003. *L'agriculture durable adaptée à des conditions spécifiques - Semis direct pour les petits exploitants agricoles sans les zones semi-arides (Cameroun et Madagascar)*. Cirad, Montpellier, France.

Rollin D., 1997. *Quelles améliorations pour les systèmes de culture du Sud-Ouest malgache ?* Cirad, Montpellier, France.

Rollin D., Razafintsalama H., n.d. *Conception de nouveaux systèmes de culture pluviaux dans le Sud Ouest malgache. Les possibilités apportées par les systèmes avec semis direct et couverture végétale ?* Cirad, Montpellier, France.

Séguy L. (animateur scientifique SCV), 1985-2006. Rapports annuels de mission d'appui à Madagascar. Cirad, Montpellier, France.

Site internet du Cirad à Madagascar : www.cirad.mg/fr/present.php

3.4 Tunisie

Aissa A.D., Jellali B., 2004. Pertes solides et ruissellement en semis direct et conventionnel. In: AFD/Cirad/CTC/ESAK/ICARDA. *Deuxièmes rencontres méditerranéennes sur le semis direct. 10-22 janvier 2004, Tabarka, Tunisie*. Actes : 71-73.

Anon., 2004. Témoignages des agriculteurs. In: *Tabarka, Tunisie*. Actes : 40-46.

Ben-Hammouda M., Guesmi M., Nasr K., Khammassi M., 2004. Évolution de la matière organique en semis direct et conventionnel. In: *Tabarka, Tunisie*. Actes : 104-107.

Ben Moussa Machraoui S., 2004. Semis direct et méso-faune du sol. In: *Tabarka, Tunisie*. Actes : 82-86.

Bourguignon L., Bourguignon C., 2004. Comparaisons analytiques des sols tunisiens cultivés en labour et en semis direct. In: *Tabarka, Tunisie*. Actes : 90-98.

Chouen S., Quillet J.C., Rojat D., 2004. Semis direct et techniques conventionnelles en Tunisie : comparaison des coûts de production sur des exploitations types et éléments d'analyse économique. In: *Tabarka, Tunisie*. Actes : 116-120.

Cirad, 2004. *Le développement du semis direct en Tunisie*. Cirad, Montpellier, France.

Demailly D., 2003. *Méthodologie d'évaluation économique des externalités créées par les techniques de culture en semis direct en Tunisie*. Rapport de stage ENGREF/AFD, Paris.

Maaroufi H., Sebi R., M'Hedhbi K., 2004. Évaluation économique des semis directs et conventionnels. In: *Tabarka, Tunisie*. Actes : 109-115.

M'Hedhbi K., Ben-Hammouda M., Letourmy P., Nasr K., Ali Hannachi M., Chouen S., Mahouachi M.A., Jarrahi T., Nasraoui R., Zaouani R. et Fakhfakh M.M., 2004. Résultats agronomiques de production pour les semis directs et conventionnels. In: *Tabarka, Tunisie*. Actes : 87-89.

Nouiri I., M'Hedhbi K., Ben-Hammouda M., Khammassi M., Neit El-Arbi S., Ali Hannachi M., Guesmi L., Mannai C. et Hajdi S., 2004. Étude comparative de l'évolution de l'humidité des horizons du sol entre le semis direct et le semis traditionnel. In: *Tabarka, Tunisie*. Actes : 59-66.

Raunet M., 2002. *Projet de recherche-développement sur le semis direct avec couverture végétale en Tunisie. Contexte et propositions d'appuis scientifiques*. Cirad, Montpellier, France.

Raunet M., Richard J.-F., Rojat D., n.d., *Agriculture de conservation et lutte contre l'érosion en Tunisie*. AFD/Cirad, France.

Richard J.F., 2005. Le semis direct en Tunisie. *La gazette des SCV au Cirad*. 28(Nov. 2005) : 38-41.

Séguy L. (animateur scientifique SCV), 2000-2003. Rapports annuels de mission d'appui en Tunisie. Cirad, Montpellier, France.

Séguy L., Quillet J.C., 2005. *États des lieux du semis direct en Tunisie et propositions d'actions pour son amélioration. Mission du 14 au 17 avril 2005*. Cirad, Montpellier, France.

• La plupart des documents sont téléchargeables sur le site de l'agroécologie du Cirad : <http://agroecologie.cirad.fr/index.php?rubrique=librairie&langue=fr>

• Les publications de *La gazette des SCV au Cirad* sont disponibles sur simple demande à Michel Raunet (Cirad), michel.raunet@cirad.fr

3.1 Les systèmes cotonniers du Nord-Cameroun

a. Mise en place de SCV céréale/coton sur couverture morte

Comment développer et mettre en place des SCV dans les petites exploitations familiales en zone semi-aride ?

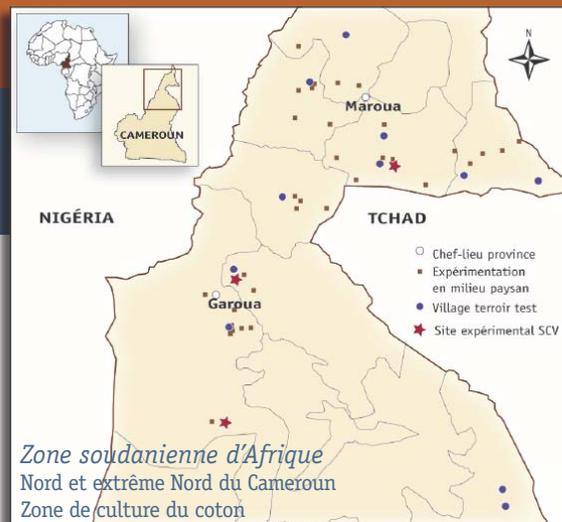
UN PROJET POUR LUTTER CONTRE LA DÉGRADATION DES SOLS

La croissance démographique au Nord du Cameroun a pour conséquences l'expansion des cultures, le déboisement et le surpâturage. La durée de la jachère diminue jusqu'à disparaître en de nombreux endroits ; ce qui ne permet plus le rétablissement de la fertilité des sols. **Les systèmes de culture conventionnels** à base de sorgho et de cotonnier, impliquent le travail du sol et l'absence de couverture végétale ; ce qui entraîne dégradation des sols et érosion. Le ruissellement s'intensifie et la ressource en eau, déjà limitée, diminue. Le maintien et/ou l'amélioration de la fertilité des sols cultivés reste(nt) l'une des principales préoccupations des organismes de développement et des paysans dans ces zones de savane.

Les premiers essais sur les SCV ont débuté en 2001, en station expérimentale (IRAD) et dans les champs de paysans expérimentateurs sous la supervision du projet Développement Paysannal et Gestion de Terroir (DPGT de la Sodécoton). Depuis 2002, le projet Eau Sol Arbre (ESA) a pris le relais. Il est mis en œuvre par la Sodécoton, principale structure d'appui au monde rural du Nord et de l'Extrême Nord camerounais. Ses objectifs sont les suivants :

- **adapter les recommandations techniques** issues de pays plus avancés en matière de SCV (Brésil, Madagascar) ;
- **démontrer l'intérêt agronomique, économique et environnemental de ces systèmes** dans le contexte nord-camerounais et leur « adaptabilité » au contexte local ;
- **former les acteurs locaux** à ces nouvelles techniques.

Les sites d'expérimentation sont situés aussi bien dans la province de l'Extrême Nord (vieux bassin cotonnier) où l'enjeu principal est de régénérer la fertilité des sols épuisés par des décennies de culture quasi-continue, que dans la province du Nord (**zone de front pionnier**) où il s'agit plutôt de maintenir la fertilité de sols de mise en culture plus récente.



CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE

Pluviométrie annuelle : faible - 600 mm au Nord, 1 200 mm au Sud

Sols : ferrugineux tropicaux à dominance sablo-argileuse

Relief : hétérogène, vastes plaines et montagnes abruptes

Végétation naturelle : savanes arborées et arbustives

Population : plus de 3 millions d'individus avec des densités variables (Nord : 20 habitants/km² ; montagnes : 200 habitants/km²)

Économie : petite agriculture familiale (exploitation de 2 à 3 ha) et élevage

Principales cultures : mil, sorgho, riz, coton en rotation avec des céréales ou avec des céréales/légumineuses

Élevage : type transhumant

Principales contraintes : sécheresses fréquentes, courte saison des pluies, graves problèmes d'érosion et de ruissellement, sols dégradés et généralement compactés, faibles rendements (coton et céréales), surexploitation des ressources (pâturage), compétition pour les ressources entre éleveurs et agriculteurs, faible capacité d'investissement des producteurs et accès limité aux marchés.

Partenaires : AFD/FFEM/Cirad/Sodécoton (Société de Développement du Coton au Cameroun)/ IRAD (Institut de Recherche Agricole pour le Développement)

DES EXPÉRIMENTATIONS RÉALISÉES À DIFFÉRENTES ÉCHELLES

Le dispositif de recherche est mis en place à différents niveaux :

- **En parcelle expérimentale.** Des essais y sont réalisés afin de produire des références scientifiques sur les SCV, de tester de nouveaux itinéraires culturaux et de former techniciens et agriculteurs à ces techniques.
- **En milieu paysan.** Les SCV sont directement mis en place chez et par les agriculteurs afin qu'ils puissent eux-mêmes tester les potentialités de ces techniques. Le chercheur pourra quant à lui connaître leurs opinions concernant ces innovations. Le réseau de paysans expérimentateurs couvre actuellement la diversité agroécologique et humaine du Nord et de l'Extrême Nord du Cameroun.
- **Sur des terroirs tests (à partir de 2004).** L'objectif y est de connaître l'impact de l'introduction des SCV au niveau du terroir : relations foncières entre agriculteurs, éleveurs et pouvoirs traditionnels ; gestion des troupeaux et de la terre par les villageois...



Système conventionnel (coton)

SCV (coton)

Cinq mètres séparent ces deux parcelles (Nord-Cameroun)

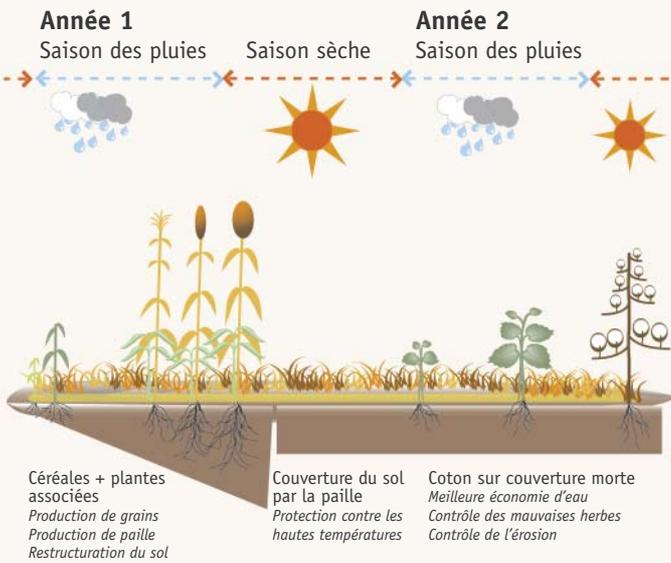
DEUX TYPES DE SCV SONT TESTÉS

La rotation coton-céréale est habituelle chez les paysans nord-camerounais. Sur cette base, deux types de SCV sur couverture morte sont testés :

- **La production de biomasse se fait une année sur deux** : la première année une céréale (sorgho/maïs/mil) est cultivée en association avec une plante de couverture (légumineuses ou graminées). Ces associations permettent de produire une importante biomasse sur la parcelle qui sera ensuite utilisée comme mulch (paille) l'année suivante. Elles permettent également de décompacter le sol par leurs actions racinaires. La biomasse ainsi produite en année 1 est conservée sur place ou consommée en partie par le bétail lors de la saison sèche. Elle sert ensuite de couverture au coton (*Gossypium sp.*) cultivé l'année suivante en saison des pluies.
- **La production de biomasse se fait la même année que la culture principale** : la même association céréale/plante de couverture est réalisée en début de saison des pluies afin de produire de la paille. Celle-ci est ensuite fauchée (et/ou tuée par herbicide) au bout de deux mois. Elle sert de couverture au coton cultivé par la suite.

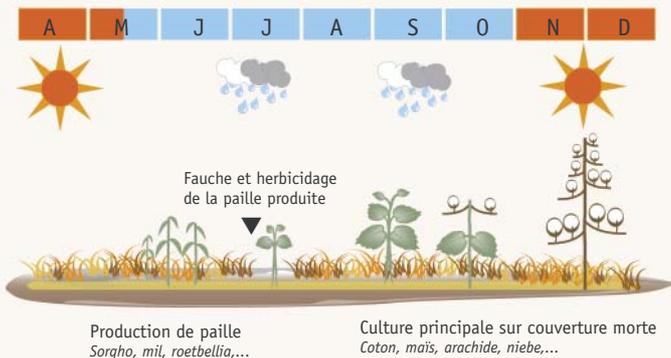
Le maïs est cultivé essentiellement dans la province du Nord Cameroun, zone pluvieuse (900 à 1 110 mm/an) et le sorgho dans la province de l'Extrême Nord où la pluviométrie est plus faible (700 à 900 mm/an). Le mil est principalement présent dans des régions spécifiques comme le Mayo Danai (Bec de canard).

Les SCV nord-camerounais à base de céréale et de coton



Système 1 : Production de biomasse une année sur deux

Avantage : adapté à une faible pluviométrie ; même rotation que celle traditionnelle
Inconvénient : nécessite la protection de la couverture du sol (paille) contre la divagation des animaux



Système 2 : Production de biomasse la même année que la culture principale

Avantage : protection inutile de la parcelle comme pour le système 1
Inconvénient : nécessite une saison des pluies de 6 mois et l'emploi d'herbicide

Les principales plantes de couverture utilisées en association avec les céréales au Nord Cameroun (d'après Naudin, 2005)

Plantes de couverture	Avantages	Inconvénients
<i>Crotalaria retusa</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ne nécessite pas de protection en saison sèche • Graines facilement disponibles • Forte amélioration physique du sol • Amélioration chimique du sol (azote) • Lutte mauvaises herbes • Adaptée à beaucoup de milieux 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible production de biomasse • Nécessité de traiter les graines à l'eau chaude pour une bonne levée
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne production de paille • Production de fourrage • Lutte mauvaises herbes (<i>Striga</i>) • Amélioration physique du sol • Enracinement profond • Adapté à beaucoup de milieux • Résistant aux termites 	<ul style="list-style-type: none"> • Concurrence avec céréale • Peut appauvrir le sol si entièrement brouté • Levée parfois difficile • Faible production de graines • Nécessite une protection en saison sèche
<i>Mucuna pruriens</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration chimique du sol (azote) • Forte production de graines • Bonne levée • Bon fourrage • Graines comestibles (hommes et animaux) 	<ul style="list-style-type: none"> • Encombrement de l'interligne • Peu adaptée aux sols pauvres et gravillonnaires • Faible résidu de biomasse pour le paillage • Nécessite une protection en saison sèche
<i>Vigna unguiculata</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Graines comestibles • Bon fourrage • Amélioration chimique du sol (azote) • Adaptée à beaucoup de milieux 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité de traiter avec un insecticide pour produire des graines • Biomasse « fragile » • Nécessite une protection en saison sèche
<i>Dolichos lablab</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne levée • Bon fourrage • Graines comestibles (hommes et animaux) • Cycle long • Enracinement profond • Adaptée à beaucoup de milieux 	<ul style="list-style-type: none"> • Encombrement de l'interligne • Faible résidu de biomasse pour le paillage • Nécessité de traiter avec un insecticide pour produire des graines • Nécessite une protection en saison sèche

SÉLECTION ET UTILISATION DE PLANTES DE COUVERTURE À USAGES MULTIPLES

Les plantes de couverture (*Brachiaria ruziziensis*, *Mucuna pruriens*, *Dolichos lablab*, *Crotalaria retusa*, *Vigna unguiculata*) sont sélectionnées en fonction d'une ou plusieurs caractéristiques : importante production de biomasse pour la couverture et pour les animaux, bonne résistance à la sécheresse, croissance rapide, bonne **fixation de l'azote**, bonne capacité de contrôle des herbes envahissantes, pas de compétition avec les cultures principales, capacité d'amélioration de la structure d'un sol compacté, etc. Au Nord-Cameroun, il n'existe pas de plante idéale, chacune possède ses caractéristiques propres qui font qu'elle est ou non adaptée aux conditions du milieu et aux objectifs des paysans. Ces plantes sont choisies par les agriculteurs en fonction de ces adaptations. ■

3.1 Les systèmes cotonniers du Nord-Cameroun

b. Les principaux impacts

Des bénéfices agronomiques, environnementaux et économiques liés à la pratique des SCV ont été mesurés. Ils apparaissent généralement à partir de la troisième année de pratique des SCV. Les performances sont en effet plus nuancées durant les deux premières années.

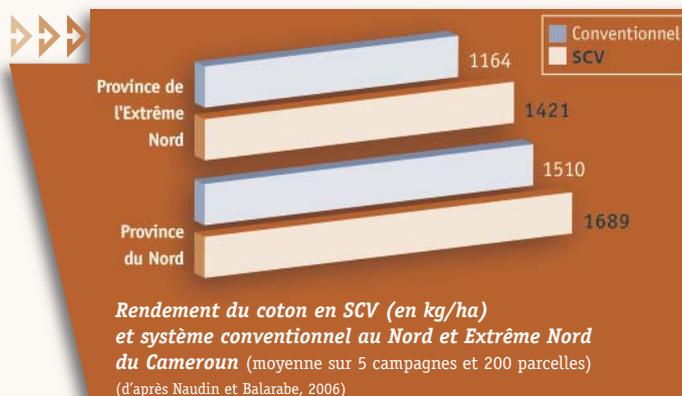
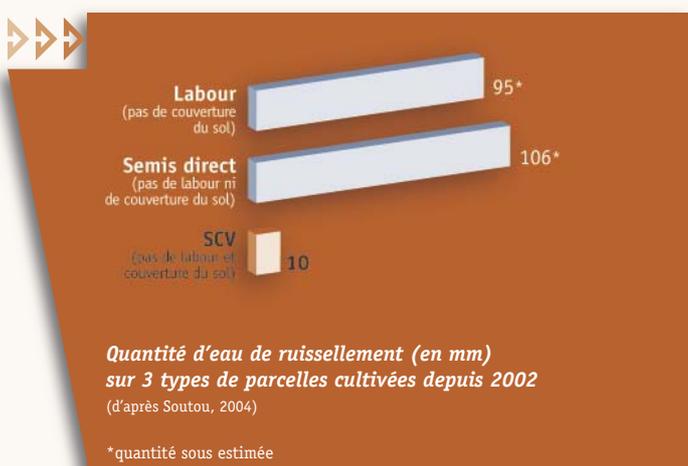
UNE PRODUCTION DE BIOMASSE IMPORTANTE GRÂCE AUX PLANTES DE COUVERTURE

Les plantes associées aux céréales en année 1 permettent de produire le mulch (paille) qui servira ensuite de couverture au coton. Ces plantes de couverture semées entre les céréales permettent dans certains cas de doubler la production de biomasse aérienne sur la parcelle (cas du *Brachiaria* associé au maïs : la biomasse aérienne totale passe de 2 601 à 5 423 kg/ha). Cette production ne doit pas se faire aux dépens de celle de la céréale qui doit, quant à elle, produire au minimum autant de biomasse sur les parcelles en SCV que sur celles gérées de façon conventionnelle.

UNE MEILLEURE INFILTRATION DE L'EAU DE PLUIE

La couverture du sol permet de maintenir l'humidité plus longtemps sur les parcelles et donc au coton de mieux supporter les périodes de sécheresse. Dans ce cas, le paillage peut avoir des effets spectaculaires, notamment dans l'extrême nord-camerounais où les rares pluies constituent le facteur limitant du rendement du coton et des autres cultures.

Les sols ont une tendance naturelle à s'encroûter en surface, ce qui limite l'infiltration de la précieuse eau de pluie. Cette tendance est aggravée par les techniques traditionnelles de culture qui laissent le sol nu en début de saison des pluies. Les SCV permettent d'enrayer ce phénomène grâce à la présence de la couverture végétale et à l'activité biologique plus importante : 2% de l'eau de pluie est perdue par ruissellement sous SCV contre 25% en système traditionnel !



DES RENDEMENTS PLUS ÉLEVÉS, PLUS STABLES ET UNE FIBRE DE COTON DE MEILLEURE QUALITÉ

- **Le rendement en coton** est amélioré après 3 ans de pratique du SCV : il est augmenté de 12 à 22% par rapport au système conventionnel et en fonction de la zone. Les différences sont d'autant plus fortes que la parcelle est en SCV depuis longtemps ou que la pluviométrie est déficitaire (Extrême Nord). Ce résultat provient d'une meilleure disponibilité de l'eau dans le sol grâce à l'effet du paillage (plus d'infiltration, moins d'évaporation, meilleure réserve en eau). Cette différence dépend toutefois de la conduite des parcelles, un mauvais entretien entraînant un rendement inférieur. Les observations semblent montrer que la fibre de cotonnier obtenue est de meilleure qualité en SCV que dans le système conventionnel. La meilleure alimentation en eau des plants de cotonniers en fin de cycle aurait permis une meilleure maturation de la fibre.
- **Le rendement en grains de céréale** est également amélioré. Ainsi, la plupart des parcelles en SCV après 2 à 3 ans de mise en œuvre arrivent à produire deux fois plus de tiges et feuilles (cas du sorgho associé à *Brachiaria*) tout en maintenant ou augmentant la production de grains de sorgho.

MOINS DE MAUVAISES HERBES ET DE PARASITES

L'enherbement est moindre sur les parcelles en SCV que conventionnelles, et ce, quelque soit le moment du cycle cultural. La présence de paille limite les pousses des mauvaises herbes. La suppression du labour permet d'éviter la remontée de leurs graines. L'association avec des plantes de couverture permet d'obtenir des résultats intéressants à court terme sur l'enherbement car elles entrent en compétition avec les mauvaises herbes. Par exemple, la présence de *Brachiaria ruziziensis* associé aux céréales a eu un effet spectaculaire sur l'infestation par *Striga hermontica*, parasite des céréales.

UNE FAUNE DU SOL PLUS DIVERSIFIÉE

La diversité des espèces animales et leur abondance au-dessus du sol, dans la litière et dans le sol sont plus élevées après 3 ans de pratique du SCV. Les invertébrés sont plus nombreux : 47 familles d'invertébrés ont été identifiées (araignées, cloportes, vers de terre,...). Cette biodiversité n'est pas en défaveur du coton car la part relative des organismes nuisibles par rapport aux autres reste constante ou diminue en SCV. Plus la pratique du SCV est ancienne sur la parcelle et plus la biodiversité y est élevée.

DES IMPACTS ÉCONOMIQUES POSITIFS : REVENUS, TEMPS ET PÉNIBILITÉ DU TRAVAIL

En 2004, des indicateurs économiques mesurés montrent une nette amélioration du fait de la pratique du SCV par rapport à l'agriculture conventionnelle :

- Un temps de travail et une main d'œuvre moins importants (101 hommes-jours/ha vs 109)
- Un travail moins pénible (labour et sarclage supprimés)
- Des revenus nets plus importants (301 euros/ha vs 225, soit 3,5 euros/jour de travail vs 2,3)

Avec le SCV, les travaux supplémentaires proviennent du semis de la plante de couverture et des désherbages manuels (à la place du sarclage mécanique). L'arrachage manuel des mauvaises herbes est une tâche pénible. Toutefois, la pulvérisation de glyphosate à l'aide d'appareils de traitement herbicide avec cache reste une solution simple, peu coûteuse et progressivement adoptée par les paysans (pulvérisation localisée). Parallèlement, la pression des mauvaises herbes étant plus faible, le travail de désherbage diminue (si le paillage est suffisant). De plus, le labour et le **buttage** sont supprimés : en fin de compte, surplus et économie de travail s'équilibrent. Ce n'est que lorsque la technique du SCV est bien maîtrisée, après 2 ou 3 années de pratique, que le temps de travail diminue notablement.

Les coûts supplémentaires proviennent de l'utilisation éventuelle d'herbicide (seulement si le paillage est insuffisant) et d'urée (50 kg/ha) sur les cotonniers lors de la levée. Ces coûts disparaissent après plusieurs années de pratique du SCV (urée supprimée) et de bonne gestion de la parcelle (si le paillage est suffisant, l'emploi d'herbicide supplémentaire n'est plus nécessaire).

UNE ADAPTATION ET UNE DIFFUSION RAPIDE DES SCV EN MILIEU PAYSAN : « APPRENDRE EN FAISANT »

De plus en plus de paysans souhaitent expérimenter les SCV sur leur parcelle : 17 paysans en 2001, 205 en 2005 ! En effet, les différents bénéfices liés à la pratique des SCV les rendent particulièrement attractifs pour les agriculteurs. La pratique d'essais en milieu paysan est très importante car, en plus de former les producteurs à ces techniques, elle permet d'obtenir très tôt leur avis concernant ces innovations et donc de pouvoir les améliorer le cas échéant. Les problèmes rencontrés sont la plupart du temps liés à une mauvaise maîtrise technique du système de culture. Les avantages perçus par les paysans sont quant à eux variés.

Paroles de paysans : leurs avis sur le SCV (d'après Naudin et al., 2003 ; Naudin et Balarabe, 2004)

Avantages

- Moins de travail (pas de labour et moins de sarclage), travail moins pénible
- Production : meilleure levée, meilleure croissance, plus de capsules de coton, capsules plus grosses et plus mures
- Eau : le sol reste humide plus longtemps
- Fertilité : moins d'érosion, amélioration de la fertilité, « le sol devient noir »
- Moins de mauvaises herbes

Inconvénients

- Paille : collecte, préservation, transport, paillage
- **Adventices** : contrôle si le paillage est insuffisant (plus difficile à la main), coût des pulvérisations d'herbicide
- Croissance et développement du cotonnier : carence temporaire en azote, prédateurs dans la paille, engorgement du sol
- Présence de termites sur les parcelles



© K. Naudin

L'ÉLEVAGE, UNE COMPOSANTE À NE PAS NÉGLIGER DANS LE CONTEXTE SOCIAL NORD-CAMEROUNAIS

L'important cheptel du Nord-Cameroun est tributaire des ressources pastorales naturelles et des sous-produits de l'agriculture. Le cheptel augmente alors que les surfaces pâturables diminuent, conduisant à des conflits pour l'utilisation de l'espace entre agriculteurs et éleveurs. Dans le contexte social du Nord Cameroun, le droit de vaine pâture, donnant aux éleveurs la liberté de faire pâturer les parcours et tous les résidus de cultures après récolte, est encore en vigueur.

Cette gestion communautaire des ressources pastorales constitue un obstacle dans la pratique du SCV qui exclut la vaine pâture. La démarche est alors d'associer les éleveurs afin de leur permettre d'augmenter eux-mêmes leurs ressources fourragères et ainsi d'être moins dépendants des résidus de culture. Il existe différentes solutions techniques :

- Produire plus de biomasse sur les parcelles cultivées à l'aide de plantes de couverture fourragères ;
- Contrôler l'accès à la biomasse produite dans les parcelles à l'aide de haies vives ;
- Proposer au paysans et éleveurs des plantes pour accroître la production de biomasse en dehors des parcelles cultivées (*Stylosanthes sp.*, *Andropogon sp.*, ...) à installer en bordure de parcelle ou pour améliorer les pâturages.
- Proposer des systèmes qui ne nécessitent pas de protection des résidus en saison sèche : par exemple, produire la biomasse juste avant la culture (2nd type de SCV).
- Proposer des systèmes où la plante de couverture associée n'est pas mangée par le bétail (*Crotalaria retusa*).

À l'heure actuelle, la phase d'adaptation des SCV à l'échelle du terroir villageois va démarrer dans cinq terroirs représentatifs afin d'intégrer de façon durable l'élevage aux SCV dans le contexte nord-camerounais. ■



© K. Naudin

3.2 Les SCV au Laos

a. Mise en place d'un programme national en agroécologie

Comment mettre en place et diffuser le SCV dans les systèmes paysannaux de zones de production rizicole d'Asie du Sud-Est ?

DEUX ZONES DE PRODUCTION RIZICOLE : LES PROVINCES DE SAYABOURY ET DE XIENG KHOUANG

Au Laos, l'agriculture est largement dominée par la riziculture. Depuis une quinzaine d'années, les systèmes de culture laotiens ont beaucoup évolué du fait de nombreux facteurs :

- **Dans les zones isolées de montagne**, les systèmes traditionnels avec longues jachères, se trouvent aujourd'hui de plus en plus fragilisés à cause de la pression démographique croissante couplée à une allocation des terres par famille souvent insuffisante.
- **Dans les zones du corridor du Mékong** (notamment le sud de la province de Sayaboury), qui bénéficient de meilleures conditions d'accès au marché (zone de plaine), la culture itinérante sur brûlis traditionnelle a évolué vers une agriculture plus intensive avec une utilisation accrue d'intrants et de moyens de production (mécanisation). Actuellement, une dégradation massive du milieu y sévit avec ses graves conséquences économiques, sociales et politiques.

Deux provinces du Centre et du Nord du Laos reflètent les problématiques liées à l'agriculture de montagne (Province de Xieng Khouang) et l'agriculture marchande du corridor du Mékong (sud de la Province de Sayaboury) :

- **La province de Xieng Khouang** a vu l'efficacité de son système de culture traditionnel (riz pluvial en rotation avec de longues jachères) menacée du fait de l'augmentation de la densité démographique et des récentes orientations politiques comme le programme national d'allocation des terres (1995). Ce dernier avait comme objectif de limiter les pratiques d'abattis-brûlis au profit d'une agriculture sédentarisée avec abandon de la jachère, engendrant de sérieux problèmes : allocation des terres insuffisante en surface et en qualité (agriculture de bas fond et pluviale), pression accrue sur les ressources naturelles... Aujourd'hui, l'insuffisance des périodes de jachère due à l'accélération des rotations fragilise l'écosystème cultivé et entraîne également une dégradation des infrastructures rizicoles et routières en aval.



CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE

Pluviométrie annuelle : moyenne, 1 100 à 1 600 mm/an
Sols : très forte diversité avec des unités sur grès et argilites, sur roches basiques intrusives, sur granite et schiste

Relief : collines et moyennes montagnes (400-1 400 mètres d'altitude)

Végétation naturelle : forêt tropicale humide et savanes (province de Xieng Khouang)

Population : 5,5 millions d'individus (moyenne de 25 habitants/km²)

Économie : petite agriculture familiale (0,4 à 4,0 ha, agriculture motorisée, attelée et manuelle)

Principales cultures : riziculture (pluviale, de bas fond et irriguée), cultures de rente (maïs, arachide, *Vigna umbellata*, larmes de Job, sésame...), cultures pérennes (café, thé, caoutchouc...)

Élevage : porcs, volailles, bovins, bubalins

Principales contraintes : érosion et dégradation des terres, déclin des rendements agricoles, pollution chimique des sols, pression démographique croissante, allocation des terres par famille insuffisante (zone de montagne), pauvreté rurale, nécessité de trouver une alternative à l'agriculture sur brûlis

Partenaires : AFD/MAE/FFEM/Comité du Plan et de la Coopération (CPC)/Ministère de l'Agriculture et des Forêts/Institut National de Recherche Agronomique et Forestière (NAFRI)/Cirad/Programme National Agroécologie (PRONAE)/Point d'Application du Sud de la Province de Sayaboury (PASS-PCADR).

- **Le sud de la province de Sayaboury** a orienté sa production agricole vers l'exportation de cultures commerciales (maïs, sésame,...) suite à son intégration au marché local thaïlandais. Ce « boum » économique, accompagné d'une augmentation du transfert de technologies depuis la Thaïlande, a marqué l'apparition de la mécanisation lourde et de la pratique du labour à la charrue à disques sur des parcelles en pente, entraînant érosion et dégradation rapide de sols au départ exceptionnellement fertiles. Aujourd'hui, en raison des coûts de production importants de cette agriculture mécanisée, de la dégradation des infrastructures rizicoles et routières en aval, ainsi que de la chute des rendements, de nombreux agriculteurs tentent d'abandonner cette mécanisation lourde au profit d'une utilisation d'herbicides pour la préparation des parcelles. Cependant, l'utilisation de ces pesticides est mal maîtrisée et pose des questions sur les risques pour la santé humaine et l'environnement naturel.

UNE VOLONTÉ NATIONALE DE MISE EN ŒUVRE DE L'AGROÉCOLOGIE ET DES SCV

Face à ce constat, la composante recherche (NAFRI-Cirad) du Projet de développement rural de Sayaboury (PRODESSA) fut mis en œuvre dès 2000 pour introduire et diffuser des techniques agro-écologiques dans cette même province où érosion et dégradation des terres étaient considérables. Les activités déjà initiées à Sayaboury furent ensuite étendues à la Province de Xieng Khouang en 2003 avec l'émergence du Programme National Agroécologie (PRONAE), dont les objectifs étaient de proposer des alternatives aux systèmes de production de montagne (essartage) et de corridor du Mékong. À terme, PRONAE doit être en mesure, à la fois :

- **de proposer aux décideurs politiques des systèmes de production alternatifs** au labour (Sayaboury) et à la défriche-brûlis (Xieng Khouang), pour la fixation d'une agriculture durable et préservatrice de l'environnement ;
- **d'assurer leurs transferts** auprès des acteurs du développement et des collectivités.

Une circulaire du Conseil des ministres et un décret du ministère de l'Agriculture et des Forêts ont de surcroît été formulés en 2005 afin de promouvoir les SCV comme système agroécologique au niveau national et l'insertion de principes agroécologiques dans le cursus des écoles d'agriculture nationales.

ADOPTION D'UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE AU SERVICE DES COMMUNAUTÉS RURALES

L'**approche systémique** retenue pour promouvoir les systèmes agro-écologiques, est constituée de différents modules d'étude et elle se fait à différentes échelles :

- **Au niveau des deux provinces**, un diagnostic est réalisé dressant un état des lieux général du milieu à différents niveaux (agronomie, socio-économique, ...).
- **Des sites de création** recourent la diversité des systèmes de production et de l'environnement physique de chaque province. Ils visent à analyser les conditions de reproductibilité des différents types de SCV, d'élargir l'offre technique (diversification) et de créer un environnement pour des formations professionnelles pour l'ensemble des acteurs concernés. Un dispositif expérimental a aussi été mis en place au sein du Centre de Recherche Agronomique (ARC) afin de favoriser les échanges avec les divisions du NAFRI et la Faculté d'Agriculture de Nabong.
- **Un réseau de validation à l'échelle du terroir**, constitué dans un premier temps de petits groupes d'échanges et de travail d'agriculteurs-éleveurs (actuellement 36 groupes, soit 297 familles), est mis en place afin d'adapter, valider et définir les conditions d'adoption des SCV. La validation de ces nouveaux systèmes de culture doit ensuite se faire à l'échelle des terroirs afin d'intégrer la gestion collective de l'espace, les circuits d'approvisionnement et de vente, les stratégies de production et l'intégration des systèmes.

Cette organisation en groupement permet une dynamique de diffusion et de transfert entre ces différents acteurs. Des formations professionnelles adaptées pour les agriculteurs, les agronomes-chercheurs et l'ensemble des partenaires du développement sont également mises en place. Le PRONAE et le PASS ont développé un cadre de partenariat afin d'optimiser leurs interventions et tirer le meilleur parti d'échelles d'intervention complémentaires (recherche-développement).

Le PASS a vulgarisé au sein de 21 villages les premiers systèmes proposés par le PRONAE (385 familles, 400 ha, campagne 2006). Cette diffusion a été favorisée par l'acquisition de matériels spécifiques adaptés aux systèmes de semis direct.

INTRODUCTION DE SYSTÈMES DE PRODUCTION ALTERNATIFS AU LABOUR (SAYABOURY) ET À LA DÉFRICHE-BRÛLIS (XIENG KHOUANG)

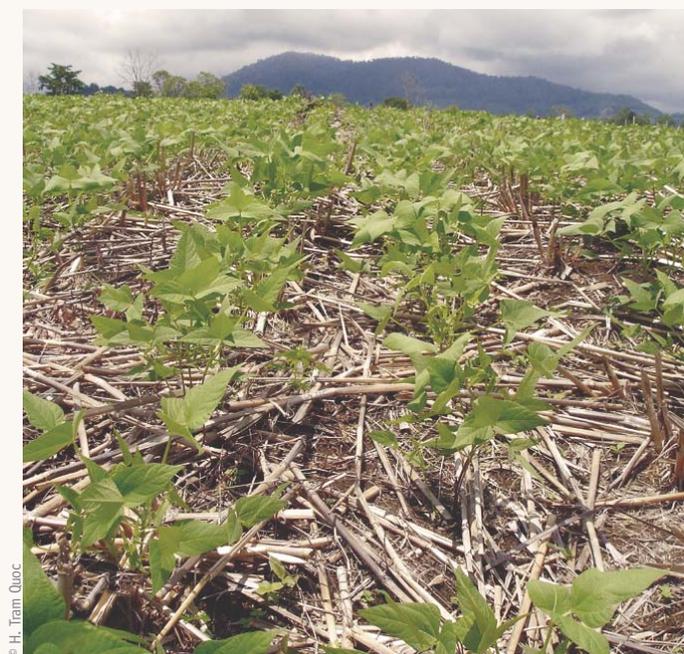
■ Agriculture marchande du corridor du Mékong

Construits sur la base de cultures pratiquées traditionnellement dans cette zone (larmes de Job, *Vigna umbellata* et maïs), de premiers SCV basés sur la gestion des résidus de cultures sont en cours de vulgarisation. Dans un deuxième temps, de nouvelles alternatives sont proposées avec utilisation de plantes de couverture et une meilleure intégration entre les systèmes (culture, élevage, pérenne) est recherchée.

■ Agriculture de montagne

Selon la situation initiale, trois approches alternatives au défriche-brûlis sont proposées :

- **Pour préserver la fertilité initiale du sol** : le défrichement par un abattage manuel sans brûlis, associé à l'implantation simultanée de légumineuses **fixatrices d'azote**, permet de conserver les potentialités physiques et biologiques originelles du sol, et d'améliorer sa richesse initiale en azote minéralisable.
- **Pour préserver le potentiel productif du sol** : si la jachère a été brûlée suite à la défriche, il est nécessaire de couvrir le sol par des espèces qui à la fois protègent le sol et offrent des productions additionnelles (fourragères et grains) de contre-saison. Ces espèces sont ensuite utilisées comme couvertures mortes dans lesquelles sont semées des cultures vivrières.
- **Pour restaurer le potentiel productif du sol** : la durée de jachère doit être réduite par l'utilisation d'espèces au fort pouvoir régénérant tout en produisant des grains et des ressources fourragères. Cette période de restauration du potentiel productif du sol peut-être valorisée dès la première année par l'implantation de tubercules tel que le manioc en association avec des espèces du genre *Bracharia* et des légumineuses (*S. guianensis*). En deuxième année, la parcelle est subdivisée avec une moitié conservée en fourrage et l'autre moitié cultivée en riz associé à des plantes de couverture. ■



3.2 Les SCV au Laos

b. Les principaux impacts

Outre le fait d'offrir des systèmes de production alternatifs au labour traditionnel et à la défriche-brûlis, les SCV apportent des réponses à des enjeux majeurs au Laos : rizière à mauvaise maîtrise d'eau, mise en culture de sols incultes... Ils représentent également une réponse concrète aux différentes contraintes identifiées du point de vue de l'agriculteur : coûts de production, pénibilité du travail, dégradation marquée des sols, chute des rendements... Pour leur diffusion à grande échelle, il est nécessaire de tenir compte de contraintes à leur adoption : accès aux crédits, aux moyens de production, règle collective, droit d'utilisation des ressources foncières, etc.

LA MISE EN VALEUR DES PLAINES D'ALTITUDE

Dans la province de Xieng Khouang, les vastes savanes herbacées et les forêts de pin des plaines d'altitude (800 et 1 100 m) sont faiblement valorisées pour l'agriculture et l'élevage (élevage extensif et aménagements rizicoles). La régénération de ces sols, initialement pauvres, s'effectue à moindre coût, grâce aux techniques suivantes :

- **L'utilisation d'espèces fourragères** en rotation avec des cultures vivrières et/ou commerciales permet la restructuration du sol.
- **L'écobuage (« brûlage à l'étouffée »)**, suivie de rotations diversifiées en semis direct, permet la libération de nombreux éléments minéraux dans le sol et donc l'amélioration des propriétés chimiques du sol.

VALORISATION DES RIZIÈRES À MAUVAISE MAÎTRISE DE L'EAU



La rentabilité économique des aménagements rizicoles est remise en question à cause de leur coût initial et de celui de leurs réhabilitations, ainsi que des faibles rendements de riz (en deçà de 3 t/ha). Des systèmes rizicoles alternatifs sont testés ; ils associent des variétés de riz présentant une large adaptabilité (conditions thermiques, hydriques et trophiques contrastées) et des SCV, permettant une meilleure valorisation de ces rizières.

La problématique riz de bas fond et riz pluvial d'altitude est en effet prioritaire dans la province de Xieng Khouang. Les variétés de riz mixtes (programme Ségyu, Bouzinac et Taillebois, Cirad) et les riz d'altitude de Madagascar sont en cours d'évaluation dans différentes zones (plateau d'altitude, cuvette d'effondrement, agriculture de montagne).

DIVERSIFICATION CULTURALE ET INTÉGRATION AGRICULTURE - ÉLEVAGE - ARBRES

L'amélioration de la productivité du travail et de la terre par les SCV ouvre de nouvelles perspectives de diversification et d'intégration agriculture-élevage-arbres. Cette diversification se fait grâce à l'utilisation d'espèces végétales de couverture multi-usages qui assurent des productions de qualité (fourrages et grains) lors des saisons pluvieuses ou sèches. L'augmentation de la diversification constitue un des éléments clés pour l'adoption de ces systèmes. La production de semences devient alors essentielle (riz mixte, légumineuses vivrières, espèces fourragères, plantes multi-usages : sorgho, éleusine...) dans un processus d'appropriation de ces espèces par les communautés et de vulgarisation à plus large échelle.

IMPACTS ÉCONOMIQUES POUR L'AGRICULTEUR : L'EXEMPLE DE LA PROVINCE DE SAYABOURY



Les SCV permettent une restauration rapide du potentiel productif du sol à moindre coût. Ils sont économes en intrants et en main d'œuvre. Les résultats obtenus dans la Province de Sayaboury mettent en évidence une réduction marquée des coûts de production, des temps de travaux, une augmentation de la marge

nette (différence entre le prix de vente et le coût de revient) et de la valorisation de la journée de travail :

- **L'introduction de la petite mécanisation agricole** (semoirs et pulvérisateurs) a permis de lever rapidement les premières contraintes pour la mise en place des SCV sur résidus de culture. Par exemple, pour un mode de préparation basé sur l'utilisation d'herbicides en pré-levée, l'utilisation des **buses** bas volume permet d'abaisser les quantités d'eau de 100 à 150 l/ha (contre 600 à 1 000 l/ha en **système conventionnel**). La pénibilité est également fortement réduite. Un semis de maïs au bâton fousseur nécessite 16 jours par hectare, les cannes planteuses quatre jours par hectare. L'utilisation de semoirs (2 lignes) pour motoculteurs ramène ces temps de travaux à 4h/ha et seulement 1h15 min avec des semoirs 4 lignes (tracteur).
- **Le maïs est la clef de voûte des systèmes de culture au sud de Sayaboury.** Pour une culture de maïs, avec gestion des résidus de culture, et pour différentes conditions pédoclimatiques, la valorisation de la journée de travail a progressé de 25 à 85%. Elle est généralement comprise entre 2 et 4 USD par jour (300 USD/ha de marge nette) pour les systèmes les plus performants. Sur d'excellents sols, en absence de fertilisation minérale, les rendements de maïs peuvent connaître une progression de plus de 15% dès la première année. Si cette première étape, basée sur la gestion des résidus de culture, affiche des résultats agro-économiques intéressants il convient dès à présent de favoriser la diversification culturelle et d'utiliser des plantes multi-usages qui viendront renforcer ces systèmes (diversification, arrêt total de l'érosion, lutte contre les adventices...).

LES CONTRAINTES À UNE VULGARISATION À LARGE ÉCHELLE DES SCV

Des systèmes de culture alternatifs ont été proposés aux paysans, pour l'instant basés sur la gestion de résidus de culture. Ils sont très prometteurs dans un processus d'apprentissage et d'adoption progressif. Il est cependant important d'élargir l'offre technologique afin de répondre à la demande multiple et variée des agriculteurs (notamment en développant des systèmes intégrant des espèces multi-usages assurant une protection permanente du sol, permettant une gestion intégrée des pestes et des adventices, et améliorant la diversification). De plus, au vu du niveau de dégradation des sols cultivés, il est urgent de multiplier les actions de mise en place de tels systèmes très rapidement. Les challenges à une adoption généralisée de ces pratiques sont les suivants :

- **L'allocation du foncier** : les actions collectives d'aménagement de l'espace soulèvent le problème de l'appropriation individuelle ou collective du foncier et donc de l'utilisation des aménagements qui pourraient être réalisés. L'insuffisance de terres allouées dans les zones d'agriculture de montagne est le problème majeur si l'on souhaite aborder la gestion des ressources naturelles et la protection des sols cultivés.
- **Gestion des couvertures végétales à l'échelle de la communauté** : une meilleure intégration « agriculture-élevage-espaces naturels » doit être recherchée pour une utilisation fourragère raisonnée des résidus de culture et des couvertures végétales. Les avantages agrosocio-économiques des SCV devraient amener les communautés à définir des règles collectives visant à protéger les couvertures végétales (divagation des animaux, feux de brousse...).
- **L'accès au crédit** : l'absence de crédit est présentée par les agriculteurs comme une des contraintes majeures pour l'accès aux innovations techniques. Cet accompagnement est donc nécessaire et doit être programmé au sein des villages où des actions sont engagées. Ce crédit pourra varier dans ses formes : semences, intrants et mécanisation.
- **L'accès à la mécanisation** : il doit être recherché afin de faciliter la vulgarisation de ces nouveaux systèmes. Des outils spécifiques de semis et de pulvérisation sont nécessaires. Ils doivent répondre aux différentes échelles de travail : manuel, motoculture et mécanisation « lourde » afin d'éviter toute dépendance des agriculteurs vis-à-vis des prestataires de service.
- **L'accès au matériel végétal et aux intrants** : le matériel végétal doit être présent dans chaque village afin de permettre une multiplication aisée par les agriculteurs. La production de ces espèces doit être autonome au sein des terroirs. Pour l'approvisionnement en intrants, il est possible d'intervenir à plusieurs niveaux : informer les commerçants sur les intrants nécessaires ; informer commerçants et agriculteurs sur leurs modalités d'utilisation ; encourager la reproduction de matériels agricoles spécifiques auprès d'entreprises spécialisées.



Les atouts et contraintes des SCV : le point de vue des paysans (d'après Tivet, 2005 ; Hoà Tran Quoc et al., 2006)

Avantages

- Faibles coûts de production
- Préparation rapide des parcelles
- Diminution de l'érosion
- Augmentation de la fertilité des sols
- Augmentation de l'humidité des sols
- Contrôle des mauvaises herbes

Inconvénients

- Le temps de travaux et la pénibilité du travail (en l'absence d'outils spécifiques) pour la préparation des parcelles qui limitent les surfaces cultivées en semis direct
- L'accès aux intrants et aux ressources financières (absence de trésorerie et/ou de micro-crédit)
- Le manque d'outils spécifiques
- La technicité requise
- La flexibilité du calendrier cultural
- La pression des ravageurs (rongeurs et insectes)
- Les risques d'intoxication lors de l'utilisation des herbicides

UNE NÉCESSAIRE FORMATION DE TOUS LES ACTEURS IMPLIQUÉS DANS LA DIFFUSION DES SCV



© P. Lienhard

Agriculteurs, chercheurs, vulgarisateurs, enseignants, décideurs et secteur privé, doivent être formés à ces nouveaux systèmes de culture afin d'en permettre la diffusion à une plus grande échelle et une appropriation effective par les utilisateurs finaux. Des modules de formation sont déjà opérationnels pour

les différents acteurs impliqués au niveau local :

- **Des modules permanents** élaborés pour les agriculteurs avec des périodes consacrées aux journées de champ et aux échanges entre agriculteurs afin d'identifier les conditions d'adoption et des prises de décisions collectives. En 2005, plus de 1 000 agriculteurs ont été réunis pour des journées de formation sur le terrain.
- **Des formations de moyenne durée (9 mois)**, partie intégrante du cursus de la faculté d'agriculture et des forêts, sont également dispensées.
- **Des sessions de formations et d'informations** pour les décideurs, les vulgarisateurs et les commerçants.

Une telle démarche demande aussi une formation de tous ces acteurs au niveau national, une amélioration des relations entre acteurs et du transfert de connaissances d'un acteur vers l'autre. Elle implique qu'ils soient tous associés dès le départ. Un accompagnement continu est nécessaire durant les premières campagnes et il est indispensable de concentrer les actions dans des zones précises où les moyens humains, techniques et financiers sont présents afin d'éviter la dispersion de messages techniques non maîtrisés. ■



© P. Grand

3.3 Les SCV à Madagascar

a. Mise en place de techniques agro-écologiques pour des écologies variées

Comment développer et diffuser une offre technologique diversifiée pour la petite agriculture familiale dans un environnement très contrasté ?

MADAGASCAR, TERRE DE CONTRASTE ÉCOLOGIQUE ET HUMAIN

Madagascar est une terre de contraste offrant une palette unique au monde de populations, de climats et de terroirs, où se côtoient des écosystèmes tempérés, tropicaux humides et secs ainsi que sahéliens.

Quatre régions contrastées représentent cette diversité écologique et humaine :

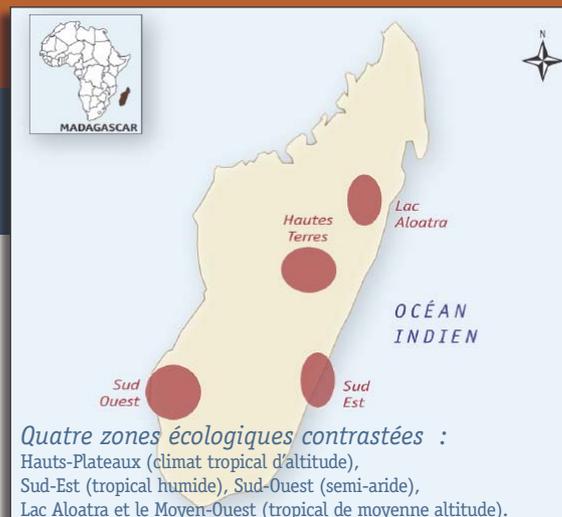
- **Le Sud-Est**, chaud et pluvieux ;
- **Les Hauts-Plateaux**, sous un climat d'altitude tempéré ;
- **Le Sud-Ouest**, au climat semi-aride ;
- **La zone du lac Alaotra et le Moyen-Ouest** aux écologies de moyenne altitude avec une longue saison sèche.

La lutte contre la pauvreté rurale est un des enjeux fondamentaux à Madagascar (le secteur agricole emploie plus de 80% de la population) avec la protection des terres et des ressources naturelles. En effet, la production agricole, et rizicole en particulier, ne satisfait plus les besoins d'une population qui croît de façon importante. La production de riz, principale culture malgache, n'augmente pas depuis plus de 10 ans. Il s'en suit une mise en culture de plus en plus fréquente et de plus en plus importante des bassins versants et des collines dont les sols fragiles se dégradent facilement. Érosion des sols et ruissellement engendrent alors des dégâts sur les infrastructures en aval.

L'INTRODUCTION DE TECHNIQUES AGRO-ÉCOLOGIQUES POUR LUTTER CONTRE LA DÉGRADATION DES TERRES

Les premiers tests de SCV à Madagascar datent de 1990 et sont inspirés de l'expérience brésilienne (L. Ségué, Cirad) et ont débuté sur les Hauts-Plateaux (Antsirabe). Avec la création de l'ONG Tafa en 1994, les zones d'essais pour la mise au point de systèmes de culture à base de SCV se sont progressivement élargies : dans le Sud-Ouest (Tuléar et Morondava), puis le Moyen-Ouest (Lac Alaotra) et au Sud-Est à partir de 1998 (projet « Diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar », financement AFD). Tafa, avec l'appui du Cirad est à l'origine de la mise au point d'une large gamme de systèmes SCV.

Un réseau national d'institutions (GSDM) a été créé pour coordonner les actions en matière d'agro-écologie et promouvoir une offre technologique adaptée aux grandes écologies de l'île. Malgré la crise politique et économique qui a secoué le pays, l'ensemble de ce dispositif a pu être maintenu entre 2001 et 2003. Depuis janvier 2004, le ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche a délégué au GSDM la maîtrise d'œuvre du projet « Appui à la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar » (financement AFD/État malgache).



CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE

Pluviométrie annuelle : sous l'influence du régime cyclonique, avec des pluviométries très variables, de forte (Sud-Est, 2 500 mm) à faible (Sud-Ouest, 300 à 800 mm, 7 à 9 mois de saison sèche) en passant par les Hauts-Plateaux (1 300 à 1 500 mm) et le Moyen-Ouest (1 000 à 1 500 mm, 6 à 7 mois de saison sèche)

Sols : sols de mauvaise qualité (acidité, carence marquée en phosphate en particulier) jusqu'à sols riches (sols volcaniques)

Relief : Lac Alaotra (collines Tanety, 800 m souvent accidentées et plaines), Hauts-Plateaux (plateaux et collines à fortes pentes, 1 300 à 1 800 m), Sud-Est (plateaux ondulés, 0 à 200 m et collines à forte pente), Sud-Ouest (long glacis, 0 à 600 m), Moyen-Ouest (plateaux et collines, 700 à 1 000 m)

Végétation naturelle : forêt tropicale humide et sèche (Sud-Est et Sud-Ouest), végétation herbacée ailleurs (*Aristida*)

Population : 18 millions d'individus avec une forte densité de population sur les sols riches (Hauts-Plateaux, 60 à 200 hab/km²) et faible densité sur les sols dégradés (10 à 60 hab/km², parfois 1-2 hab/km², en dehors de la zone d'étude)

Économie : petite agriculture familiale (0,1 à 2 ha, agriculture manuelle, attelée, parfois motorisée)

Principales cultures : riziculture (pluviale sur les collines, irriguée dans les bas-fonds et plaines, sur brûlis en forêt), cultures vivrières (manioc, pois de terre, patate douce, pomme de terre, haricot, soja, maïs, maraîchage...), cultures d'exportation (café, vanille, girofle...)

Élevage : bovin extensif, caprin (Sud)

Principales contraintes : intrants peu accessibles et très chers, rendements faibles de riz, zones productrices enclavées, routes souvent non praticables en saison des pluies, stagnation de l'économie, démographie galopante, pauvreté rurale, dégradation des ressources naturelles limitées et fragiles, dégradation des infrastructures, sols pauvres et facilement soumis à l'érosion, disparition du couvert végétal (feux de brousse, déforestation), climat agressif à pluies cycloniques, topographie accidentée

Partenaires : AFD/MAE/FFEM/Cirad/Ministère de l'agriculture malgache/Douze organisations regroupées au sein du GSDM (Groupement Semis Direct à Madagascar) : Tafa (*Tany sy Fampanandroana*), ANAE (Agence Nationale d'Action Environnementale), FOFIFA (Institut National de la recherche Appliquée au Développement rural Malgache), FIFAMANOR (*Fiompiana Fambolena Malagasy Norveziana*), FAFIALA (Centre d'expérimentation et de diffusion pour la gestion paysanne des tanety), BRL Madagascar, Bas Rhône Languedoc, SD Mad (Semis Direct Madagascar), INTER AIDE, AVSF (Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières), VERAMA (Les Vergers d'Anacardes de Masiloaka), GRET (Groupe de Recherche et d'Échanges technologiques), CARE INTERNATIONAL Madagascar.

Ce projet a pour objectifs :

- **d'organiser les diffuseurs de ces techniques** autour d'un réseau structuré orienté vers la formation des paysans à l'utilisation de ces nouveaux outils ;
- **d'organiser les agriculteurs** autour d'une nouvelle manière de mettre en valeur les terroirs agricoles ;
- **d'améliorer la production et la productivité agricole** et donc de lutter contre la pauvreté rurale ;
- **de lutter contre la déforestation**, l'érosion et la dégradation de la fertilité des sols.

UN TRAVAIL DE RECHERCHE CHEZ, POUR ET AVEC LES AGRICULTEURS

La mise au point de systèmes SCV est un travail évolutif et participatif, en concertation avec les principaux utilisateurs : les agriculteurs. Il est mis en oeuvre sur le terrain à deux niveaux :

- **Les unités expérimentales**, ou sites de référence, gérées par les chercheurs pour concevoir et développer les SCV : tests de plantes de couverture, d'associations, sélection variétale, essais d'adaptation, etc. Les systèmes de culture sont testés à différents niveaux d'intrants et sont organisés le long de toposéquences représentatives des différents milieux agro-écologiques. Ces unités permettent de comparer l'agriculture traditionnelle (avec travail du sol) et SCV.
- **Les terroirs villageois**, où des producteurs volontaires appliquent plusieurs systèmes SCV en les adaptant ou non. La pratique des SCV par les agriculteurs et les échanges entre chercheurs, techniciens et paysans, permettent de les évaluer, les améliorer et de définir des thèmes de recherche complémentaires. Au-delà de cette mise au point des SCV, l'intégration agriculture-élevage, la gestion et l'aménagement des terroirs, la prise en compte des aspects sociaux et économiques (intégration aux niveaux exploitation et terroir), etc., se font aussi à cette échelle. Les échanges paysans/chercheurs sont alors indispensables.

Le choix des sites représente la diversité des situations agricoles rencontrées dans la région. TAFa a progressivement construit et maîtrisé un vaste réseau de sites de références sur les SCV, actuellement implanté dans les grandes éco-régions de l'île.

UNE GAMME TRÈS LARGE DE SCV DÉVELOPPÉE POUR LA PETITE AGRICULTURE

Madagascar est, actuellement et sans conteste, le pays le plus avancé en ce qui concerne l'offre technologique diversifiée en matière de SCV pour la petite agriculture familiale. En effet, les SCV développés par la recherche y sont très variés du fait de la diversité agro-écologique de Madagascar. Il existe des références techniques pour les différentes éco-régions représentatives des principaux types de sols, cultures, situations socio-économiques et niveaux d'intensification rencontrés : les Hauts-Plateaux, le Sud-Est, le Sud-Ouest, le Lac Aloatra et le Moyen-Ouest. Ces systèmes proposent des alternatives aux systèmes de culture traditionnels, adaptées à la demande et visent une agriculture familiale aux ressources très limitées, avec :

- **des possibilités importantes de diversification de culture**, autour d'une culture « pivot » principale ;
- **des niveaux d'intensification différents** (coûts, investissement initial, fertilisation, pesticides, etc.) ;
- **une intensité et une pénibilité du travail adaptables** ;
- **différents niveaux de maîtrise technique** ;
- **des possibilités d'intégration agriculture/élevage** (production fourragère) et d'association avec les arbres.

Les systèmes proposés peuvent être adaptés aux conditions biophysiques des exploitations, à leur situation économique (capacité d'investissement, force de travail, etc.), aux aspirations des exploitants et à leur environnement social. Les paysans les plus pauvres ne sont pas en reste grâce aux itinéraires techniques n'ayant recours à aucun intrant. Toute une gamme de semoirs, développée initialement au Brésil, a été testée : semoirs motorisés pour les grandes exploitations, semoirs à traction animale, roues semeuses, cannes planteuses... Les agriculteurs les plus modestes peuvent utiliser un simple bâton ou une *angady* (bêche locale). Actuellement, pour chaque zone agro-écologique, des espèces de plantes de couverture (également fourragères) ont été identifiées et sont en multiplication. Pour les cultures principales, des variétés ont été sélectionnées et testées dans les systèmes SCV. ■



DES SYSTÈMES ADAPTÉS À LA DIVERSITÉ DES SITUATIONS RENCONTRÉES À MADAGASCAR



© O. Husson

Les SCV malgaches tiennent compte des priorités des agriculteurs, le plus souvent pauvres : assurer des revenus attractifs à des niveaux d'intrants faibles à nuls, tout en assurant la durabilité de leur agriculture. La construction des systèmes est également fonction des spécificités agro-écologiques de

chaque région. Ainsi, selon le contexte, on retrouve :

- Des associations de cultures (céréales + légumineuses) assurant la production de biomasse par les deux cultures, le recyclage en éléments nutritifs et un apport d'azote grâce aux légumineuses.
- Des successions de cultures (légumineuses/céréales, céréales/légumineuses) assurant le **recyclage en éléments nutritifs** et la restructuration du sol par la deuxième culture, la production de biomasse par les cultures et un apport d'azote par les légumineuses.
- Des associations de cultures et de plantes de couverture avec des légumineuses productrices de biomasse et d'azote (*Stylosanthes guianensis*...) ou des graminées vivaces fourragères (*Brachiaria ruziziensis*...).
- Des successions de cultures et de plantes de couverture (collines et bas-fonds) pour le recyclage des éléments et la restructuration du profil par les plantes de couverture, la production de biomasse par les deux plantes et un apport d'azote par les légumineuses.

(d'après Balarabe, 2004 ; Séguy, 2005)



© K. Naudin

3.3 Les SCV à Madagascar

b. Les principaux impacts

Les SCV tiennent compte des principales contraintes identifiées dans les systèmes de culture traditionnels : besoins en main d'œuvre, coûts de production, contrôle des **adventices**, meilleur usage de l'eau...

LES ALTERNATIVES AU TAVY (AGRICULTURE SUR BRÛLIS)

La pratique du Tavy est une cause importante de déforestation et de dégradation des sols. *A contrario*, la technique de défriche sans brûlis permet de maintenir en place les sols et de conserver, voire d'augmenter leur fertilité. Après abattis, la biomasse est laissée en place et une plante de couverture est installée directement (*Mucuna* par exemple), couvrant le sol et y apportant de l'azote, tout en laissant opérer les processus de décomposition de la matière organique et en contrôlant les mauvaises herbes. En deuxième année, du riz pluvial peut être semé directement dans la couverture de *Mucuna*, sans que les sols ne soient exposés à l'érosion. Un apport de phosphore (ou l'écobuage contrôlé du sol) est recommandé sur les sols carencés afin d'obtenir dès la première année des rendements attractifs, qui se maintiendront au fil des ans avec un apport d'intrants minimum, évitant ainsi d'avoir recours à l'ouverture de nouvelles parcelles. Les rendements sont non seulement stabilisés, mais augmentent même avec le temps. Ce système de culture permet de réduire la déforestation, grâce à la fixation de l'agriculture sur les parcelles défrichées.

REMISE EN CULTURE DE ZONES CONSIDÉRÉES COMME INCULTES

D'immenses espaces sont laissés à l'abandon par les paysans car la fertilité des sols y est trop faible pour permettre leur mise en culture de manière rentable avec les techniques traditionnelles. Les SCV proposent des solutions pour rendre la fertilité à ces sols extrêmement dégradés :

- La **technique de l'écobuage contrôlé** du sol permet de cultiver, même sans engrais, du riz sur des sols de *Tanety* (versants de collines) considérés comme incultes.
- L'**utilisation de plantes de couverture**, pouvant pousser en conditions de très faible fertilité, permet une restructuration et un enrichissement rapide des sols (1 à 2 ans), tout en fournissant d'excellents fourrages (*Brachiaria sp.*, *Stylosanthes guianensis*, etc., en culture pure ou en association avec des cultures alimentaires). Même si un apport d'engrais est souhaitable sur les sols les plus dégradés, ces techniques permettent généralement de remettre en valeur des espaces avec très peu d'intrants chimiques. *S. guianensis*, après un ou deux ans, en semis direct sans engrais ni herbicide, permet d'obtenir des rendements jusqu'à 5 tonnes à l'hectare de riz pluvial dans des zones auparavant en état de dégradation avancée.

Les techniques SCV, permettent le contrôle, voire l'élimination des principales **adventices**, telles *Imperata cylindrica* (contrôlé par *Mucuna* ou *Brachiaria humidicola*), *Cyperus rotundus* (contrôlé par la paille de sorgho) ou *Striga asiatica* (effets combinés de couverture du sol, ombrage, régulation de la température, gain de matière organique, etc.).

Des mauvaises herbes peuvent même être utilisées pour les SCV : les cultures de haricot, soja et même de riz (avec apport d'azote) produisent d'excellents résultats en semis direct sur chiendent (*Cynodon dactylon*), après simple contrôle à l'herbicide ! Des zones abandonnées par les paysans du Moyen-Ouest à cause de la pression du *Striga* ont ainsi été remises en culture grâce à ces techniques.



L'ÉCOBUAGE, UNE TECHNIQUE DE PRODUCTION ET DE RESTAURATION DE LA FERTILITÉ À FAIBLE COÛT



© O. Husson

L'écobuage (« brûlage à l'étouffée ») consiste à brûler des herbes desséchées recouvertes de 10 cm de terre dans une tranchée profonde de 20 cm avec des

aérations tous les mètres. Associé au SCV, il a des résultats spectaculaires sur la fertilité des sols et le rendement en particulier sur différents types de sol (rotation soja/riz) dans les hautes terres malgaches :

- Les **propriétés chimiques du sol** initialement pauvre s'améliorent.
- La **production de riz pluvial** est équivalente à celle que procure une forte fumure minérale (gain de rendement de 1 t/ha sur sol riche volcanique et 3 t/ha sur sol pauvre ferrallitique).

Sa fréquence doit être limitée sur les sols pauvres en matière organique, car elle provoque sa destruction partielle.

Les agriculteurs malgaches ont adopté cette pratique dans plusieurs régions (lac Alaotra, Hautes-Terres).

(d'après Michellon *et al.*, 2005)

LES RIZIÈRES À MAUVAISE MAÎTRISE DE L'EAU : ADOPTION D'UN RIZ À APTITUDES MIXTES

Les rizières traditionnelles irriguées à mauvaise maîtrise de l'eau représentent des surfaces considérables (plus de 70 000 ha pour le lac Alaotra seul). Leurs rendements sont très irréguliers et faibles (1 t/ha) à cause de l'arrivée tardive de l'eau (retardant le repiquage et conduisant à une chute des rendements). La solution passe par l'adoption de variétés de riz à aptitudes mixtes (SEBOTA créées par Séguy *et al.* au Brésil). La particularité de ces variétés est de pouvoir être cultivées sous tout type de régime hydrique, du pluvial strict (à partir du moment où les pluies sont suffisantes) à l'irrigué !

Il est donc possible de les semer en pluvial, en attendant l'arrivée de l'eau, puis de continuer la culture en irrigué, lorsque l'eau est enfin disponible. Ces variétés permettent de réduire l'impact des aléas climatiques, de sécuriser la production (3 t/ha sans engrais, 6 t/ha avec engrais) et donc d'intensifier des cultures à moindre risque.

On peut ainsi espérer augmenter la production de riz de 100 000 tonnes par an, rien qu'au lac Alaotra ! La culture d'une légumineuse lors de la saison sèche permettra, en plus d'un éventuel gain financier ou alimentaire, d'apporter de l'azote au sol et de préparer un paillage pour un semis direct précoce du riz l'année suivante.

AMÉLIORATION DE LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE DANS LES ZONES SEMI-ARIDES

Grâce à la réduction du ruissellement et de l'évaporation par la couverture du sol, à l'augmentation de l'infiltration, à une meilleure **porosité** du sol et à un enracinement profond des cultures, les SCV présentent un bilan hydrique extrêmement favorable. Il est ainsi possible d'obtenir une production élevée, de manière stable, en zones semi-arides (Sud-Ouest), même en année sèche (moins de 300 mm en 2003-2004) et sur des sols sableux, les plantes puisant dans l'eau profonde du sol accumulée les années pluvieuses. Dans les régions à forte érosion éolienne (*Androy*) où de grandes surfaces sont menacées, le SCV contribue largement à réduire la perte de particules argileuses due au vent et évite ainsi l'abandon des terres par les paysans.

PERFORMANCES ÉCONOMIQUES DU POINT DE VUE DE L'AGRICULTEUR

Le premier impact économique des SCV pour le paysan est l'amélioration de son revenu et de son capital « sol ». Certains paysans ont pu multiplier par 2 ou par 3 leur rendement avec une bonne maîtrise de ces techniques ! En effet, elles permettent d'augmenter les nombres de cycles de culture et d'accroître les surfaces employées en cultures pluviales. Les semis peuvent être réalisés dès les premières pluies utiles ; les produits peuvent alors être commercialisés à une période où les prix sur le marché sont très élevés (période de soudure alimentaire de mars-avril). Les temps de travaux et la pénibilité du travail sont également réduits, en particulier aux moments critiques des semis et du désherbage.

LA DIVERSIFICATION DES CULTURES : PRODUCTION DE FOURRAGES ET INTÉGRATION AVEC L'ÉLEVAGE

La plupart des plantes de couverture utilisées en SCV sont d'excellents fourrages, offrant ainsi la possibilité d'une intégration avec les systèmes d'élevage. Cette intégration est souvent un moteur important du développement des techniques de SCV tout en jouant un rôle dans la conservation des ressources naturelles (le brûlis n'est plus nécessaire, les éleveurs pouvant disposer de fourrages de qualité, en abondance, en toute saison). Qu'elles soient associées, en succession (production en saison sèche ou froide) ou en rotation avec la culture principale, les plantes de couverture permettent d'augmenter fortement la production de biomasse et l'offre fourragère. Par exemple, l'association entre le manioc (*Manihot esculenta*) et le *Brachiaria* (*B. ruziziensis* ou *humidicola*) est efficace : multiplication de production du manioc par 3 à 5, production importante de fourrages de qualité et amélioration de la structure des sols pour des cultures ultérieures. Les arbres bénéficient également de la restructuration et de la protection des sols par ces plantes de couvertures/fourrages.

DIFFUSION À GRANDE ÉCHELLE : L'APPROCHE « TERROIR »

Les surfaces cultivées en SCV, la demande paysanne, le nombre d'agriculteurs-groupements et associations, affichent une croissance spectaculaire dans certaines éco-régions (Lac Alaotra et côte Est). Durant la saison 2005/2006, la surface totale cultivée en SCV était

de 2 900 ha, pour environ 4 600 paysans. Afin de diffuser à grande échelle les techniques agro-écologiques, TAFE et le Cirad ont développé une approche au niveau des terroirs villageois. Elle s'appuie sur la maîtrise technique d'une large gamme de systèmes et la compréhension simple du mode de fonctionnement des exploitations. Cela permet d'adapter au mieux les propositions faites aux exploitants, de répondre à leurs besoins et de proposer un véritable conseil à l'exploitation. L'intervention se fait à l'échelle de petits bassins versants, intégrant ainsi les différentes unités de paysages, les différents acteurs et leurs interactions. Cette approche vise à :

- **Former les agriculteurs** pour qu'ils s'approprient ces techniques et les mécanismes agronomiques en jeu (pendant 2 à 3 ans).
- **Organiser les producteurs en associations** (ou soutenir les organisations déjà existantes) afin de lever des facteurs économiques et sociaux limitant une diffusion large (utilisation de matériel de pulvérisation en commun, facilitation de l'accès au crédit rural, etc.).

Au-delà de son rôle pour la diffusion, cette approche « terroir » permet de :

- **Mettre les SCV en milieu réel**, et les intégrer à une échelle plus vaste ;
- **Connaître l'opinion des paysans** sur ces systèmes et alimenter les thèmes de recherche ;
- **Former les divers utilisateurs** (techniciens, agriculteurs, ...) ;
- **Identifier et promouvoir les agriculteurs motivés** ayant assimilé ces pratiques afin qu'ils deviennent les « leaders » de la diffusion des SCV auprès d'autres communautés villageoises ;
- **Construire un référentiel à l'échelle des grandes régions agricoles**, pour une gestion intégrée des terroirs villageois malgaches.

La diffusion de tels systèmes de culture se fait avec un environnement agricole adéquat : sécurisation foncière, approvisionnement en plantes de couverture, intrants et petit matériel, accès au crédit pour les paysans malgaches aux faibles capacités d'investissement, organisation en associations (utilisation de matériel en commun, échanges entre paysans...), etc.

UNE FORMATION INDISPENSABLE DES UTILISATEURS

La stratégie du GSDM pour la diffusion des techniques SCV est fondée sur un principe simple : laisser aux agriculteurs le choix des systèmes et des niveaux d'intensification, sur la base d'informations précises sur le potentiel, les contraintes et les risques de ces systèmes. Ceci implique un conseil individualisé, de proximité. D'où l'importance de la formation des agents vulgarisateurs. Certains de ces systèmes, ceux les plus « simples » et les plus robustes, peuvent être recommandés dans des situations particulières, pour une diffusion rapide : systèmes proposés pour les rizières à mauvais contrôle de l'eau, etc. Cependant, la diffusion des SCV est le plus souvent complexe et demande un apprentissage « long » et un savoir-faire particulier.

La formation des différents acteurs est indispensable pour la diffusion non pas d'un paquet technique mais d'un ensemble de pratiques, méthodes, systèmes et solutions. Une formation longue, par la pratique sur le terrain a été mise en place. Un agent doit alors recevoir une formation d'un an (permettant de couvrir l'ensemble des activités agricoles) à l'apprentissage et à la pratique des SCV, mais aussi à l'approche particulière de diffusion au niveau de terroirs villageois. Cette formation se déroule sur les « terroirs » modèles mis en place par TAFE pour la pré-diffusion des SCV. Madagascar est actuellement un lieu privilégié de formation en matière de SCV pour le continent africain et bien au-delà (Asie du Sud-Est en particulier). ■

3.4 Les systèmes céréaliers du nord de la Tunisie

a. Mise en place de SCV de céréales sur couverture morte

Comment mettre en place le SCV en zone méditerranéenne dans un contexte d'agriculture mécanisée ?

L'INTRODUCTION DU SEMIS DIRECT DANS LE CONTEXTE TUNISIEN

L'agriculture tunisienne (principalement céréales et élevage ovin itinérant), fortement mécanisée, n'obtient pourtant que d'assez faibles rendements. En effet, malgré l'utilisation d'engrais, les rendements céréaliers n'ont pratiquement pas évolué depuis l'antiquité ! Cette agriculture est confrontée de longue date à des problèmes majeurs (rareté de l'eau, violence des précipitations...), engendrant érosion et dégradation des terres. Ces phénomènes se sont accentués au 20^{ème} siècle avec l'accroissement démographique et de la pression sur les terres. Les pratiques culturales conventionnelles favorisant l'érosion ont accentué ces processus (labour aux disques dans le sens de la pente, sol à nu, diminution des jachères). Jusqu'à présent, les techniques de conservation des eaux et des sols (CES), à coût élevé pour l'état, ont tenté de résoudre ces problèmes mais avec une faible appropriation par les agriculteurs.

L'agriculture tunisienne est subventionnée : prix garantis (céréales et lait), crédits à l'investissement et à la production, subventions à l'investissement de modernisation. Cet environnement permet à quelques gros agriculteurs d'investir dans les semoirs spécialisés nécessaires au semis direct. Néanmoins, l'administration tunisienne est limitée dans la création et la diffusion des innovations agricoles. Dans le contexte tunisien, celles-ci se font plutôt grâce aux gros agriculteurs (pour ce qui concerne la grande culture, 100 ha et plus) qui deviennent alors le moteur essentiel d'une démarche d'innovation comme celle du semis direct.

UN PROJET AU NORD DE LA TUNISIE POUR UNE AGRICULTURE DURABLE

L'introduction du semis direct a commencé en 1999. Ses objectifs étaient alors de démontrer qu'une agriculture pluviale à base de céréales (blé dur, orge, avoine) pouvait être durable, productive, tout en intégrant l'élevage dans les conditions semi-arides méditerranéennes. La première introduction du concept de semis direct s'est faite à l'initiative de l'AFD et du Cirad. Trois phases successives ont eu lieu :

- **L'initiation durant la campagne 1999-2000 (Siliana et du Kef)** suite à la sensibilisation par l'AFD du ministère de l'Agriculture, de l'Environnement et des Ressources Hydrauliques ;
- **Un programme d'expérimentation sur quatre campagnes (2000-2004)**, dans le cadre de deux projets tunisiens de développement rural intégré (projets PDARI de Siliana et du Kef, co-financement AFD). Dès 2002, le projet s'est étendu aux Gouvernorats de Bizerte, Béja et Jendouba.
- **Un projet spécifique complémentaire (2002-2006, financement FFEM).**



CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE

Pluviométrie annuelle : faible (350 à 800 mm/an)

Sols : sols profonds « jeunes » (sols bruns calcaires, vertisols), sols peu profonds, sols « anciens » (sols fersiallitiques ou isohumiques marrons)

Relief : larges plaines, collines et montagnes (jusqu'à 1 000 m d'altitude)

Végétation naturelle : forêt sèche et maquis méditerranéen

Population : 10 millions d'individus (de 50 à 200 hab./km²)

Économie : petites exploitations de polyculture-élevage à grandes exploitations agricoles céréalières (50 à 200 ha, agriculture mécanisée), élevage

Principales cultures : agriculture pluviale et irriguée principalement de céréales (blé dur, orge, blé tendre, avoine, sorgho, maïs...) minoritairement légumineuses (féverole, pois-chiche, petit-pois, lentille, luzerne...), arboriculture et oléiculture

Élevage : extensif (ovins et minoritairement bovins) pâturage généralisé des chaumes par les troupeaux itinérants

Principales contraintes : rareté de l'eau au niveau de la nappe phréatique, irrégularité et violence des précipitations, pente forte, faible épaisseur du sol, érosion et dégradation des terres, pression importante sur les terres, morcellement excessif des terres dans le sens de la pente, mise en culture de terres fragiles, techniques culturales conventionnelles non appropriées, problèmes d'accès au crédit et aux moyens de production coûteux pour la majorité de la population, administration limitée pour la création et la diffusion des innovations agricoles.

Partenaires : AFD/FFEM/Cirad/Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques tunisien/CTC (Centre technique des céréales)/ESAK (École Supérieure d'Agriculture du Kef)/SCEA QUILLET (Société civile d'exploitation agricole Quillet)/LAMS (Laboratoire d'analyses et de microbiologie des sols).

La zone géographique de ces projets se situe au nord de la Tunisie, là où les sols sont de bonne qualité et où se situent le CTC et une école d'agriculture (ESAK) susceptibles d'apporter un appui efficace à la diffusion (ajustement des techniques de semis direct, formation). Le Cirad assure l'appui technique et scientifique. Le secteur privé est également fortement impliqué dans l'importation de semoirs spécialisés (principalement du Brésil), permettant aux agriculteurs de s'équiper pour le semis direct.

UNE MISE EN PLACE DES ESSAIS EN MILIEU PAYSAN : « CHEZ, POUR ET AVEC EUX »

L'approche tunisienne, développée sous l'impulsion du Cirad, est une recherche-action « chez, pour, avec les agriculteurs » ^{4.1} avec l'émergence d'agriculteurs « leaders » et expérimentateurs. Les premiers essais de semis direct ont été en effet réalisés directement chez quelques producteurs. Le CTC a ensuite mis en place des parcelles **conventionnelles** à proximité de ces parcelles paysannes en semis direct afin de faciliter la comparaison entre ces deux systèmes de culture. Puis les parcelles cultivées en semis direct se sont étendues à d'autres agriculteurs, toujours avec des tests simples de comparaison entre les deux systèmes. L'administration tunisienne a financé initialement les coûts (semoirs, herbicides,...). Le choix du semoir s'est porté sur un modèle adapté de marque brésilienne. Du fait des succès croissants de ces techniques, une association de semis direct s'est progressivement constituée avec les premiers paysans expérimentateurs qui se sont équipés en semoirs.

LES SYSTÈMES DE CULTURE EXPÉRIMENTÉS : SEMIS DIRECT ET SCV

Les systèmes de culture testés au nord de la Tunisie se basent sur les rotations du système conventionnel (céréale/céréale/jachère, céréale/céréale/fourrage ou légumineuse) :

- **sur couverture végétale morte (SCV, pratiquement sans plantes de couverture)**, avec plus ou moins de résidus de récolte qui sont traditionnellement consommés par les troupeaux d'ovins en saison sèche (la composante élevage en Tunisie est essentielle et doit être préservée) ;
- **avec la mise en œuvre de rotations** intégrant céréales et légumineuses de façon encore imparfaite (encore beaucoup de céréales sur céréales).

Jusqu'à présent, les SCV pratiqués se font pratiquement sans plante de couverture (couverture limitée aux seuls résidus de récolte). Toutefois, des espèces de plantes de couverture sont actuellement testées en milieu contrôlé (CTC, ESAK) : *Cenchrus*, *Cynodon*, *Brachiaria*, *Panicum* (*Echinochloa*), *Kikuyu*, *Eleusine*, sorghos, mils, *Cajanus*, *Stylosanthes*, luzernes, medics, lupins, trèfles, bersim, sulla, fenugrec, ray-grass, avoines, vesces... Quelques agriculteurs font également l'expérience de la couverture végétale chez eux (avoine en fin d'été ou automne et le sorgho au printemps). Toutefois, le nombre de scénarios diversifiés en SCV reste faible à l'heure actuelle, même si le processus de diversification s'amorce déjà chez ces agriculteurs de pointe. ■



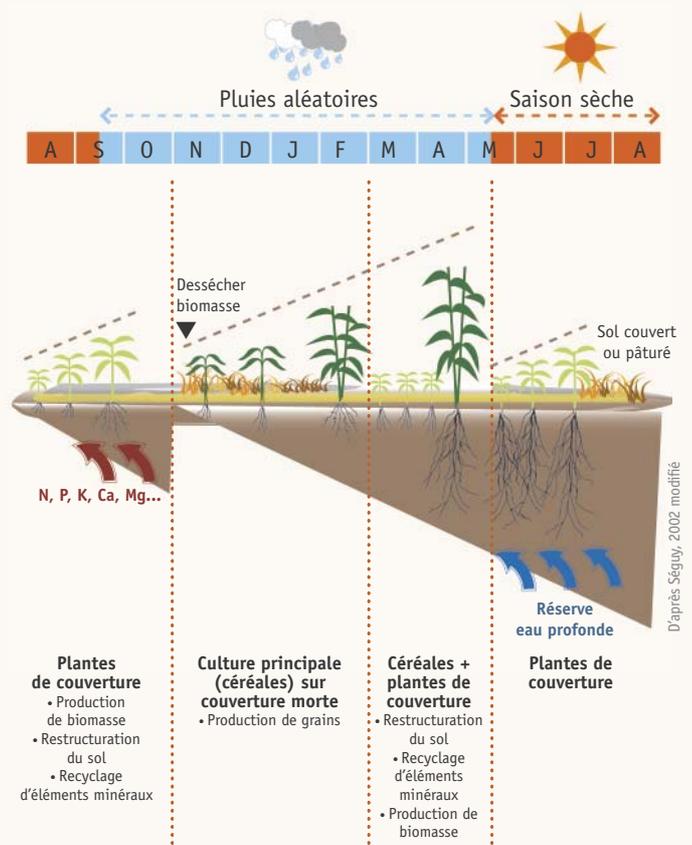
LES SCV NORD-TUNISIENS À BASE DE CÉRÉALES SUR COUVERTURE MORTE



© J.-F. Richard

Différents SCV ont été proposés qui visent la production céréalière mais aussi la production de biomasse. Les espèces de couverture doivent être adaptées aux conditions

pluviométriques tunisiennes, aléatoires et faibles. La production de biomasse se fait la même année que celle de la culture principale (céréales).



Élevage ovin sur résidus de culture de blé dur (Mateur, Tunisie)

3.4 Les systèmes céréaliers du nord de la Tunisie

b. Les principaux impacts

Les résultats des expérimentations menées depuis 1999 sur le semis direct sont probants : rendements de céréales stabilisés, voire légèrement améliorés, surtout en période de sécheresse, coûts de mécanisation réduits, meilleure gestion de l'eau... Toutefois, ces résultats sont issus d'observations et de mesures qui demandent encore à être validées de façon rigoureuse.

UNE MEILLEURE PROTECTION DES SOLS CONTRE L'ÉROSION

Les pertes en terre du fait de l'érosion diminueraient de 20 à 30% en moyenne (sur un très petit nombre d'observations, 2-4 tonnes/ha/an en semis direct vs 3-7 tonnes/ha/an en conventionnel) sur les trois premières années de pratique du semis direct (peu de résidus couvrent le sol). Lorsque la couverture du sol est plus importante, les pertes en terre diminuent d'autant. La couche superficielle du sol la plus fertile est ainsi protégée. La teneur en matière organique du sol augmente (+0,3% après 3 ans de semis direct) améliorant ainsi la fertilité et la productivité des sols agricoles.

De façon indirecte, en appliquant le semis direct à l'échelle du bassin-versant, le comblement des retenues des barrages serait moins rapide et les dégâts sur les autres infrastructures collectives (routes, constructions,...) seraient limités. Dans ce contexte, les travaux de CES, coûteux, deviennent moins nécessaires, voire plus du tout justifiés sur les terres cultivées avec des pentes inférieures à 10%.

UNE MEILLEURE ÉCONOMIE DE L'EAU

Ce résultat est important pour un pays où l'eau est un facteur limitant. Cette économie d'eau est obtenue grâce à la diminution du ruissellement et à l'augmentation de l'infiltration de l'eau observées dans un sol cultivé en semis direct (65 mm/heure vs 45 mm/heure en système conventionnel). De plus, l'évaporation de l'eau est moindre dans les sols en semis direct (diminution de 5%). Par conséquent, la teneur en eau est supérieure dans les sols cultivés en semis direct, la différence pouvant atteindre jusqu'à 20% ! Les cultures irriguées ont ainsi moins besoin d'eau et celle-ci est plus disponible pour les plantes cultivées en culture pluviale.

UNE RICHESSE BIOLOGIQUE DANS LE SOL PLUS IMPORTANTE

Le semis direct stimule les populations de la microfaune (acariens, collembolles,...) et de la méso-faune du sol (40 à 60% d'espèces en plus d'arthropodes selon le site). Le nombre d'individus par espèce de coléoptères et de fourmis augmente aussi considérablement. Rappelons que la faune du sol améliore sa porosité, ce qui facilite, entre autres, un meilleur développement racinaire des cultures. Ainsi, le semis direct favorise l'allongement de la racine pivot du blé dur (de 5 à 10%). Par conséquent les productions augmentent, surtout en conditions extrêmes d'aridité.

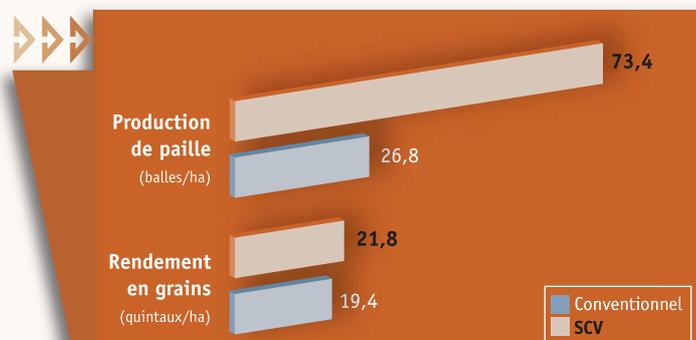
DES IMPACTS ÉCONOMIQUES POSITIFS

Le semis direct permet de réaliser des bénéfices économiques à la fois au niveau du producteur et de la collectivité. Ainsi, le semis direct permet d'augmenter le revenu agricole tout en stabilisant la production. Il permettrait aussi d'épargner des fonds publics (économie des dépenses liées aux coûteuses techniques CES).

Les impacts économiques positifs du semis direct à l'échelle du producteur sont les suivants :

- **Moins de temps de travail mécanisé** et une réduction des pointes de travail, une meilleure portance des sols au passage des machines. Ce dernier impact est fondamental pour réaliser les semis en coincidence parfaite avec les premières pluies, ce qui permet d'élargir les plages de travail (pulvérisations et épandages d'engrais).
- **De meilleurs résultats agronomiques** comparés à l'agriculture conventionnelle en respectant mieux les dates optimales de travaux, bien que la couverture du sol soit actuellement toujours réduite, avec des rendements légèrement supérieurs. Le semis direct se révèle plus favorable à l'orge qu'au blé dur. La qualité du grain (poids spécifique) est améliorée de façon statistiquement significative.
- **Un coût de mécanisation moins élevé** avec le semis direct pour la plupart des cultures (de 7 à 20% selon la culture). Toutefois, les coûts de pesticide contrebalancent ce gain (phase d'ajustement des techniques en cours) et rendant les coûts à l'hectare du même ordre qu'en agriculture conventionnelle.
- **Une diminution de la consommation de carburant** estimée à environ 50 - 80 litres par ha.

Les coûts liés au semis direct sont importants au départ : acquisition de semences, d'herbicides, de semoir spécialisé et, le cas échéant, d'un tracteur de puissance suffisante. Toutefois, après trois ans d'expérimentation, les marges brutes (chiffre d'affaire moins les coûts de production) ont augmenté de 50% pour l'orge, 58% pour le blé tendre et de 10% pour le blé dur par rapport à l'agriculture conventionnelle.

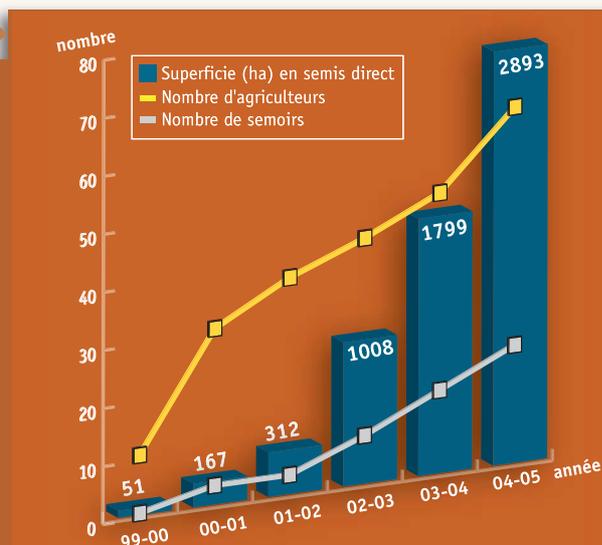


Comparaison de la production de blé dur entre agriculture conventionnelle et semis direct (zone de Kef) en 2003

(d'après M'Hedhbi et al., 2004)

Pour la collectivité, certains bénéfices économiques liés à l'adoption du semis direct ont été mesurés et d'autres sont attendus :

- **À long terme**, une économie (évaluée à 400-600 DT/ha) des coûts d'investissement en banquettes mécaniques antiérosives (CES) sur les terres de culture est attendue.
- **La pratique du semis direct** engendre plusieurs effets sur le carbone : suppression de la libération du carbone produit habituellement par le travail du sol et par l'érosion, diminution des émissions liées à la consommation de carburants et stockage du carbone par augmentation de la matière organique des sols. Un calcul permet de montrer qu'avec une tonne de carbone à 10 USD (dans le cadre du marché des droits d'émission instauré au titre du Protocole de Kyoto [USD : dollars américains]) et un stockage de 14 t/ha sur 10 ans, une ferme de 200 ha accumulerait un gain potentiel de 28 000 USD, soit le coût d'un semoir spécialisé !
- **La quantité de chaumes accessible aux troupeaux** serait beaucoup plus importante (augmentation de la production de paille), ce qui permettrait un accroissement des troupeaux comparé au système traditionnel de préparation des sols. En effet, ce dernier commence dès la récolte en juin et ce durant toute la période la plus sèche, réduisant ainsi progressivement la surface des chaumes (alimentation principale des ovins durant cette période critique).
- **D'autres impacts** peuvent être cités mais dont l'impact économique est encore difficilement évaluable : recharge des nappes phréatiques, diminution de l'envasement des barrages, etc.



Évolution du semis direct au Nord de la Tunisie
(d'après Richard, 2005)



L'avis des paysans tunisiens sur le semis direct
(par ordre décroissant d'importance)
(d'après Richard, 2005)

Avantages

- Réduction des frais de l'exploitation et des coûts de production
- Amélioration des rendements des cultures
- Lutte contre l'érosion des terres
- Meilleure économie d'eau
- Amélioration de la fertilité

Inconvénients

- Remise en cause de pratiques anciennes comme le labour
- Changement des mentalités : c'est penser que de nouveaux systèmes de culture sont possibles

Il faudra disposer de plus de temps et de recul pour apprécier les impacts à long terme du semis direct ainsi les évolutions lentes (comme l'accroissement de la matière organique du sol) et aussi pour passer d'une agriculture en semis direct à une véritable agriculture en SCV. ■



LE SEMOIR, VECTEUR MAJEUR DE L'ADOPTION DU SEMIS DIRECT EN TUNISIE



© J.-F. Richard

En agriculture mécanisée, l'achat d'un semoir spécialisé pour le semis direct est un élément incontournable de la mise en œuvre de cette technique. En Tunisie, où la céréaliculture

mécanisée prédomine, c'est un semoir brésilien (SEMEATO) qui a été choisi pour ses caractéristiques techniques. En effet, le semoir doit pénétrer dans un sol compact (car le sol n'est pas travaillé) : il est lourd (son poids est trois fois plus élevé que celui d'un semoir conventionnel) et il est à disques afin de pénétrer sans bourrage dans ce sol compact. Il a également besoin d'un tracteur plus puissant (au moins 90 cv) que la majorité de ceux existants en Tunisie. Il est également trois fois plus cher que les semoirs conventionnels. Les caractéristiques de ce semoir spécialisé et son coût constituent les raisons pour lesquelles seuls les gros agriculteurs tunisiens ont pu, jusqu'à présent, prendre le risque d'investir dans l'équipement nécessaire au semis direct.

D'après J.-F. Richard (comm. pers.)



GAINS ET COÛTS COMPARÉS ENTRE DEUX FERMES DE RÉFÉRENCE AU NORD ET AU SUD DE LA TUNISIE

Des comparaisons ont été menées entre les techniques conventionnelles et le semis direct entre une ferme au Nord (pluviométrie de 500 à 700 mm/an) et une autre au Sud (300 à 500 mm/an), toutes deux à base de production de céréales et de légumineuses :

- Au Nord, la culture de blé dur a des coûts de production de 311 DT/ha en SCV contre 353 en technique conventionnelle, soit un gain de 12%.
- Au Sud, la culture de blé dur a des coûts de production de 299 DT/ha en SCV contre 309 en techniques conventionnelles ; soit un gain de 3%.
- Au Sud, le SCV permet un gain de 3% pour la culture de petit pois.

(d'après Chouen et al., 2004)

UN NOMBRE CROISSANT D'AGRICULTEURS PRATIQUENT LE SEMIS DIRECT

De plus en plus d'agriculteurs sont intéressés par le semis direct, pour l'essentiel de gros agriculteurs. En effet, s'équiper d'un semoir spécialisé coûte cher et cela nécessite un tracteur de puissance suffisante. Jusqu'à présent, ceux qui se sont lancés dans le semis direct sont des agriculteurs plutôt jeunes (âge moyen des chefs d'exploitation : 54 ans), dont l'exploitation est en moyenne de 500 ha, bien équipés, en plaine et en piedmont. L'adoption croissante du semis direct par les producteurs se fait grâce aux démonstrations en milieu paysan, au dynamisme des agriculteurs les plus expérimentés et aux vendeurs de semoirs de semis direct. Bien sûr, les gains agro-économiques enregistrés et la faisabilité des techniques restent des éléments phare pour l'adoption et la diffusion du semis direct. Les superficies dédiées au semis direct augmentent rapidement (51 ha en 1999 vs 2 900 en 2005). Pour l'instant, ces surfaces concernent des parcelles en semis direct ; celles pratiquant spécifiquement le SCV restent encore très modestes.

4 Formation, diffusion et appropriation des SCV



Le thème 4 de ce dossier se propose d'aborder les aspects de la diffusion/adoption des SCV. La recherche-action menée par le Cirad sur les SCV veut créer et proposer à la diffusion des systèmes de culture très diversifiés en petite agriculture généralement pauvre, ne disposant souvent pas d'intrants et où l'érosion et la dégradation des sols sont alarmants. Le grand enjeu est alors de généraliser cette nouvelle forme d'agriculture, vraiment durable cette fois, à l'ensemble du monde intertropical. Cela passe par la diffusion, la formation des différents acteurs concernés ainsi que par l'appropriation de cette nouvelle agriculture par les utilisateurs finaux : les paysans. La diffusion et l'adoption des SCV ne se font pas sans contraintes, ni sans risques, car l'adoption de cette « nouvelle agriculture » demande des changements majeurs à la fois des itinéraires techniques, de l'organisation et de la gestion de l'exploitation agricole et du terroir.

S O M M A I R E

4.1 Les SCV : de la recherche à la diffusion

Les grands principes de la recherche-action au Cirad et les facteurs indispensables à une bonne diffusion des SCV

4.2 Appropriation des SCV par les agriculteurs

Les atouts et contraintes des SCV pour une adoption réussie par les paysans

EN SAVOIR PLUS : LA LITTÉRATURE CONSULTÉE

4.1 & 4.2 Diffusion & appropriation

Chabierski S., Dabat M.-H., Grandjean P., Ravalitera A., Andriamalala H., Séguy L., 2005. *Une approche socio-éco-territoriale en appui à la diffusion des techniques agroécologiques au Lac Alaotra, Madagascar. Rapport de mission à Madagascar du 21 mars au 9 avril 2005. Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar.* MAEP/AFD/FFEM/Cirad.

Dounias I., 2001. Systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct en zones tropicales. Synthèse bibliographique. *Études et Travaux*. 19. Cirad-ca/Cnearc Montpellier, France.

Husson O., Rakotondramana, Séguy L., Cirad/GSDM, 2006. *Le semis direct sur couverture végétale permanente. Enjeux et potentiel pour une agriculture durable à Madagascar.* Plaquette. Cirad, Montpellier, France.

Lefort J., 2001. Diffusion des systèmes cultivés avec couverture végétale (SCV) à Madagascar. In: Séguy L., Bouzinac S., Maronezzi A., 2001. *Dossier du semis direct sous couverture.* Cédérom. Cirad, Montpellier, France.

NAFRI, Cirad, 2005. Development and implementation of direct seeding mulch-based cropping systems in South-East Asia. Case studies from the Lao national Agro-ecology programme. Tivet F., Tran Quoc H., Lienhard P., Chabanne A., Panyasiri K. (eds). *PRONAE Working document.* AFD/FFEM/MAE/NAFRI/Cirad.

Raunet M., 2004. Quelques facteurs déterminants de l'émergence et du développement des « systèmes semis direct » dans quelques grands pays leaders (États-Unis, Brésil, Argentine, Australie). In: AFD/Cirad/CTC/ESAK/ICARDA. *Deuxièmes rencontres méditerranéennes sur le semis direct.* 10-22 janvier 2004, Tabarka, Tunisie. Actes : 11-31.

Raunet M., Naudin K., 2006. Lutte contre la désertification : l'apport d'une agriculture en semis direct sur couverture végétale permanente (SCV). *Les dossiers thématiques du CSFD.* N°4. CSFD/Agropolis, Montpellier, France. www.csf-desertification.org/dossier/dossier2.php

Richard J.F., Le semis direct en Tunisie. *La Gazette des SCV au Cirad.* 28 (nov. 2005).

Rollin D., 2000. Diffusion des systèmes avec couverture végétale (SCV) : quelques réflexions à partir de l'expérience du Cirad. In: Séguy L., Bouzinac S., Maronezzi A., 2001. *Dossier du semis direct sous couverture.* Cédérom. Cirad, Montpellier, France.

Séguy L., Bouzinac S., Maronezzi A.C., 2001. *Un dossier du semis direct : systèmes de culture et dynamique de la matière organique.* Cédérom. Cirad-ca/GEC, Montpellier, France.

Séguy L., Chabanne A., 2005. Une approche systémique reposant sur les systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale pour la promotion d'une agriculture durable dans les pays du Sud. In: NAFRI, Cirad. *Development and implementation of direct-seeding mulch based cropping systems in South-East Asia. Case studies from the Lao National Agro-Ecology Programme:* 9-20.

Tivet F., 2005. *Rapport annuel d'activités. Année 2005.* Cirad, Montpellier, France.

• **La plupart des documents sont téléchargeables** sur le site de l'agroécologie du Cirad : <http://agroecologie.cirad.fr/index.php?rubrique=librairie&langue=fr>

• **Les publications de *La gazette des SCV au Cirad*** sont disponibles sur simple demande à Michel Raunet (Cirad), michel.raunet@cirad.fr



*formation, diffusion
et appropriation des SCV*

4.1 Les SCV : de la recherche à la diffusion

►►► Un véritable défi relevé par la recherche-action...

Dans l'agriculture de conservation, les SCV représentent une large gamme de solutions techniques élaborées pour, chez et avec les agriculteurs, permettant de s'adapter aux contraintes spécifiques locales. Il s'agit de pratiques inhabituelles, voire contraires aux habitudes, et qui réclament un véritable savoir-faire. Toute introduction d'innovation exige alors un dialogue approfondi avec les paysans, une véritable formation, pour leur mise au point, leur maîtrise technique, et l'identification des conditions d'adoption. Leur diffusion ne peut alors se faire que par un conseil rapproché et individualisé, et sur une période suffisamment longue pour accompagner les paysans dans cette véritable transformation de leur agriculture.

DÉVELOPPEMENT DES SCV POUR, AVEC ET CHEZ LES AGRICULTEURS : LA RECHERCHE-ACTION



© K. Naudin

La recherche-action implique les agriculteurs à tous les stades de son développement. Il s'agit d'un travail évolutif et participatif « pour, avec et chez les agriculteurs » développé par le Cirad (travaux de L. Séguéy). Elle est mise en œuvre sur le terrain à différents niveaux :

- **En milieu contrôlé** (sites de référence ouverts aux paysans qui participent à leur mise en œuvre) géré par les chercheurs pour concevoir et développer les SCV : évaluation des performances agronomiques, techniques et économiques (première approche) de différents systèmes de culture SCV innovants, de leurs impacts (qualité biologique des sols, eaux et des productions), comparés aux systèmes traditionnels qui servent de référence, etc. Les parcelles sont organisées le long de toposéquences représentatives des différents milieux agro-écologiques. Ces sites servent également de « vitrine de démonstration » aux SCV et à faire l'apprentissage de la maîtrise technique et pratique de ces systèmes.
- **En milieu réel** (fermes de référence) où des producteurs volontaires appliquent plusieurs systèmes SCV de leur choix, en vraie grandeur, en les adaptant, si nécessaire, par rapport à leurs objectifs. La pratique des SCV par ces agriculteurs et leurs échanges avec les scientifiques permettent de les évaluer et de les améliorer. Ils contribuent aussi au processus d'adoption et à la formation *in situ* des paysans (jours de champ, démonstrations, avec exposé des résultats comparés agronomiques, techniques et économiques).
- **À plus grande échelle** (terroirs villageois), la pratique des SCV permet à ce niveau de confirmer les performances des SCV par rapport aux systèmes conventionnels (critères agronomiques, techniques, économiques) et d'évaluer les impacts sur l'environnement, les systèmes agraires, ainsi que les possibilités d'évolution de l'économie régionale. D'autres composantes peuvent être testées à cette échelle : l'intégration agriculture-élevage, la gestion et l'aménagement des terroirs, etc.



UNE RECHERCHE UTILE ET AU FAIT DES RÉALITÉS DE TERRAIN



© F. Tivet

« La construction et la mise au point de SCV dans les pays du Sud s'inscrivent dans la démarche de recherche-action participative. Elle procède avec les agriculteurs et autres acteurs du

développement en partant de leur système actuel et de leurs limitations, une modélisation pratique des systèmes de culture alternatifs, puis de leur maîtrise en vraie grandeur. [...] La recherche scientifique qui doit d'abord être utile est ainsi connectée avec les réalités agricoles d'aujourd'hui et avec la construction de leurs possibilités de demain, appropriables par les agriculteurs (agronomie préventive qui pratique le principe de précaution). Cette recherche *in situ* dite de « création-diffusion-formation » s'appuie sur des unités expérimentales qui sont gérées par les chercheurs et les agriculteurs et sur des fermes de référence dans lesquelles les producteurs volontaires, charismatiques et influents, appliquent des systèmes qu'ils ont choisis sur les unités expérimentales, en l'état ou en les réadaptant. L'ensemble des fermes de référence est représentatif de la variabilité régionale (milieux physiques et socio-économiques). Dans les fermes expérimentales, les systèmes de culture sont organisés en matrice sur des toposéquences représentatives des milieux. Partant des systèmes traditionnels, les nouveaux systèmes sont élaborés par l'incorporation progressive, organisée et contrôlée de facteurs de production plus performants. [...] Les matrices et les fermes de référence sont des lieux d'action, de création de l'innovation et de formation ; elles constituent, en outre, un laboratoire de veille précieux pour les scientifiques et un vivier de systèmes de culture diversifiés. »

(d'après Séguéy et Chabanne, 2005)

Les sites choisis doivent représenter la diversité des situations agricoles rencontrées (milieux physique et socio-économique) et ainsi permettre la mise au point d'un référentiel technique et économique sur une large gamme de systèmes. Un conseil personnalisé peut ainsi être apporté aux exploitations. La recherche-action génère de ce fait une réflexion multidisciplinaire et elle utilise l'agriculteur comme acteur essentiel du développement.



© F. Tivet

LES SCV : UN NOUVEAU PARADIGME ?



© V. Beauval

L'adoption des SCV par les agriculteurs demande des changements majeurs tant des itinéraires techniques (parcelle) que dans l'organisation et la gestion de l'exploitation agricole et du terroir. En effet, les SCV ne sont pas un simple paquet technique qu'il faut

diffuser. C'est un ensemble de pratiques, méthodes, systèmes, etc., et ces changements ne s'opèrent pas du jour au lendemain ! Tout d'abord, les SCV nécessitent l'acquisition de savoirs et de savoir-faire nouveaux (plantes de couverture...). Ensuite, les décisions liées aux SCV sont multiples pour les agriculteurs : choix des techniques appropriées, des plantes de couverture, etc. Enfin, les risques et conséquences économiques sont réels au départ pour les petits paysans (temps de passage des systèmes traditionnels aux SCV) même si les SCV sont plus performants à terme. Il ne faut pas oublier la dimension sociale, particulièrement importante dans les sociétés paysannes du Sud : choisir de tels bouleversements ne peut pas se concevoir comme un acte individuel ; c'est tout le groupe qui doit valider une innovation aussi importante !

Le processus de changement peut alors se heurter à des barrières culturelles, sociales, et/ou techniques. En effet, les principes à la base des SCV sont à l'opposé de ce que prône l'**agriculture conventionnelle** : le labour, des champs « propres »... Il s'agit alors de changer les mentalités et tout un système de pensée qui concerne les agriculteurs, mais aussi les autres acteurs aussi bien associatifs, que politiques, institutionnels, etc. Un tel changement est lent et ne peut se réaliser que sur une durée suffisante, parfois le temps d'une génération. La mise au point et la diffusion de ces techniques doivent être pensées, conçues sur le long terme tant sont difficiles la transmission de l'information et la remise en cause de modèles établis dans les sociétés traditionnelles. Le développement et la diffusion des SCV passent obligatoirement par l'identification, la compréhension et la levée des problèmes, défis et facteurs de blocage aussi bien techniques, que sociaux, culturels, voire même politiques.

UNE FORMATION INDISPENSABLE DES DIFFÉRENTS ACTEURS

Les SCV nécessitent très souvent pour les agriculteurs la remise en question d'une agriculture traditionnelle. Dans ce contexte, la formation est fondamentale. L'accompagnement rapproché des agriculteurs est nécessaire au cours des premières phases d'apprentissage et ne peut se concevoir qu'avec des techniciens formés sur des cas pratiques et maîtrisant parfaitement les premières étapes de la construction des systèmes SCV à partir des systèmes traditionnels en vigueur. Les formations dispensées pour les agents de vulgarisation visent alors à donner une double compétence : en matière de maîtrise des techniques agro-écologiques et de diffusion de ces techniques. Une telle formation correspond à un savoir, mais avant tout à un savoir-faire, et elle ne peut se faire que par la pratique, confrontée au milieu réel et aux opérations de diffusion.

La formation doit ainsi être envisagée dans la durée et être spécifiquement ciblée pour tous les acteurs : agriculteurs, décideurs politiques, organisations paysannes, techniciens, scolaires, étudiants, etc. Elle s'effectue tout au long du processus de création-diffusion par la pratique et donc sur le terrain (milieu contrôlé et milieu réel). L'ensemble du dispositif de recherche-action sert de support à cette formation.



DES FORMATIONS SUR LES SCV EXISTENT...

Formation diplômante : Mastère de « semis direct » au Brésil (Université de Ponta Grossa – UEPG, convention Cirad/UEPG). Il existe également des modules de formation qui s'adressent aux divers acteurs de la recherche-développement : agriculteurs, techniciens, ingénieurs, étudiants, etc, dans les pays les plus avancés en matière de SCV (Brésil, Madagascar, Laos,...).

LE RÔLE DU SECTEUR PRIVÉ SUR LA DIFFUSION DES SCV

La diffusion des SCV est fortement liée à la disponibilité d'équipement approprié. Le secteur privé doit alors fournir des outils adaptés aux pratiques de SCV. Le rôle des constructeurs de matériel agricole est d'adapter avec les agriculteurs, de rendre disponibles et accessibles les machines, aussi bien pour la grande agriculture moderne mécanisée (comme en Tunisie) que pour la petite agriculture familiale des pays pauvres du Sud (Brésil, Madagascar, Laos...). De plus, les fabricants sont en contact permanent avec les agriculteurs, ils peuvent alors avoir un impact significatif sur la diffusion et l'adoption de ces nouvelles pratiques.

LE RÔLE IMPORTANT DES ASSOCIATIONS D'AGRICULTEURS



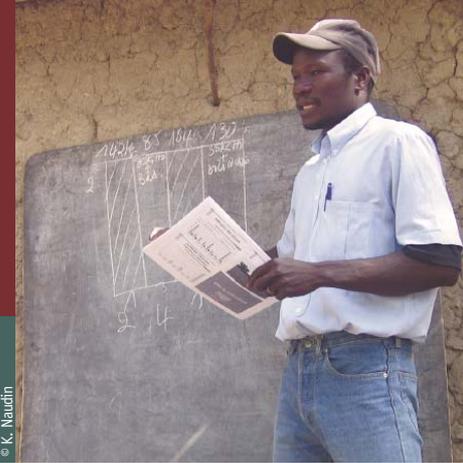
© V. Beauval

L'émergence des SCV se fait par la base, c'est-à-dire le milieu agricole professionnel. Les groupements d'agriculteurs sont les fers de lance de ce mouvement dans leur pays. L'exemple du Brésil a montré que les services de vulgarisation

et les agriculteurs « leaders » qui perçoivent en premier l'intérêt des SCV sont les porteurs de changement dans leur région. Ces paysans jouent en effet dans le milieu le rôle de faiseur d'opinion. Ils effectuent un travail de facilitation et de démonstration qui rassure les autres agriculteurs qui découvrent les SCV et leurs impacts positifs. C'est une des caractéristiques des SCV que de s'être développés à partir de quelques « visionnaires ». Le rôle d'entraînement de ces pionniers sur les autres agriculteurs est considérable. Une diffusion en « tâche d'huile », de paysans leaders à paysans intéressés permet progressivement la diffusion à large échelle. Ils les encouragent par des visites démonstration sur leurs fermes, témoignent à des congrès, etc. La création d'associations d'agriculteurs est alors fondamentale.

Au Brésil, dès les années 70, les agriculteurs se sont regroupés en communautés, puis associations, clubs, coopératives fédérées parfois en fondations d'appui à la recherche et développement. Ces organisations jouent un rôle primordial dans la dynamique de diffusion des SCV : séminaires, rencontres, échanges d'information... Elles publient aussi des revues (*Cerrado direto*, *Plantio Direto* au Brésil, *The conservation farmer* en Australie...). Ces associations permettent également de lever des facteurs socio-économiques limitant une large diffusion (utilisation de matériel en commun par exemple) et accompagnent le plus souvent les agriculteurs au début d'une démarche d'adoption. Elles sont ainsi une des clés de succès pour l'adoption, la formation, l'information et l'innovation. Les réseaux facilitent aussi l'échange entre des pays ou des régions différentes. Les médias sont également sollicités (journaux spécialisés, presse et TV locales) pour diffuser largement ces innovations. ■

4.2 Appropriation des SCV par les agriculteurs



© K. Naudin

➤➤➤ Quels sont les facteurs clés pour une adoption réussie des SCV par les agriculteurs ?

Les SCV ont de nombreux avantages pour l'agriculteur : rendements stabilisés, baisse des coûts de production, économie de main d'œuvre et moindre pénibilité, disparition de l'érosion... C'est pourquoi les critères d'adoption des SCV invoqués par les paysans sont nombreux. Néanmoins, la maîtrise de ces nouveaux systèmes demande des efforts d'adaptation et une certaine prise de risques par les agriculteurs surtout dans les premières années de leur introduction. Les décisions d'adoption se prennent souvent dans un environnement incertain (aléas naturels et liés au marché). Le comportement des agriculteurs vis-à-vis du risque doit alors être impérativement pris en compte.

LES CRITÈRES D'ADOPTION DES SCV : LE POINT DE VUE DES PAYSANS

Les avantages économiques des SCV sont très importants et sont cités en premier lieu par les agriculteurs. La faisabilité technique et les potentialités économiques sur le court terme des SCV (réduction des coûts de production, bénéfiques, rendements stabilisés...) sont primordiales pour le paysan. Les motivations environnementales comme l'érosion ne sont déterminantes pour inciter les agriculteurs à changer de pratiques agricoles que lorsqu'elles deviennent exacerbées, avec des retombées sociales et économiques graves. Une très grande pression environnementale peut alors devenir un facteur clé de l'adoption des SCV. On peut également citer sans être exhaustif : la réduction des risques liés au climat, une meilleure économie d'eau, l'amélioration de la fertilité des terres sous culture, de plus grandes périodes d'accès aux parcelles...

LES FREINS À L'ADOPTION DES SCV

L'appropriation des SCV par les agriculteurs peut poser problème du fait de la diversité des situations rencontrées mais surtout des contraintes et des risques existants que ce soit d'un point de vue technique, socio-économique ou politique. Citons sans être exhaustif : la maîtrise technique rapide des SCV, l'écoulement de nouvelles productions sur le marché, l'acquisition de matériel agricole spécifique, etc. Ce sont autant de facteurs qui découragent les prises de risque liées à l'adoption de techniques méconnues. Il est alors impératif d'améliorer l'environnement agricole afin d'augmenter les chances de succès des opérations de diffusion/adoption des SCV. Certaines contraintes à l'adoption ont été identifiées :

- **La maîtrise de nouvelles techniques** (notamment l'usage d'herbicides).
- **Les faibles capacités d'investissement** de la plupart des paysans du Sud rendent la possibilité d'accès au crédit primordiale. En effet, le recours à des produits chimiques (herbicides), semences (plantes de couverture) et à des outils adaptés (semoirs...) peut être coûteux. L'absence de crédit est présentée par les agriculteurs comme une des contraintes majeures pour l'adoption des SCV. Le coût des équipements est la principale limite à l'expansion des SCV dans certaines zones comme en Tunisie où seuls les gros agriculteurs peuvent les adopter rapidement. Les petits paysans ne peuvent en effet pas prendre de risques économiques importants !



L'ÉLEVAGE : UN FREIN À L'ADOPTION DES SCV ?



© K. Naudin

Agriculture et élevage sont décrits depuis longtemps comme les deux mamelles du développement rural, mais leur intégration semble a priori bien difficile dans de nombreuses situations

de petite agriculture familiale. L'élevage peut en effet poser problème quand les résidus de culture ou les cultures ne sont pas des fourrages et lorsqu'il y a une occupation permanente du sol par les plantes de couverture. Les parcelles ne peuvent alors pas être pâturées après la récolte de grains, ce qui pose un problème essentiel pour les sociétés où les systèmes d'élevage reposent sur la vaine pâture comme en Afrique **3.1**. En effet, les droits coutumiers africains autorisent les animaux à circuler, divaguer et à s'alimenter avec ce qu'ils trouvent après la récolte (les terres sont alors à tout le monde). Le problème est important, car il touche aux fondements de la gestion du patrimoine de beaucoup de sociétés africaines. Il n'est pas rare d'entendre dans des zones où coexistent agriculture et élevage, que ces systèmes ne peuvent pas être développés à cause de la concurrence agriculture/élevage pour la biomasse notamment en saison sèche. Une meilleure intégration agriculture-élevage-espaces naturels doit alors être recherchée pour une utilisation fourragère des résidus de culture et des couvertures végétales. Les communautés devront alors définir des règles collectives visant à protéger les couvertures végétales (divagation des animaux, feux de brousse). Il s'agit également de mieux gérer la biomasse existante et d'augmenter sa production afin que son utilisation par les SCV ne se fasse pas au détriment de l'élevage.

- **La disponibilité des intrants et du matériel agricole** est également un facteur d'adoption important.
- **La compétition avec le bétail** ou d'autres utilisations des terres est un problème fondamental dans des secteurs semi-arides, notamment en Afrique. En effet, la divagation des animaux empêche la mise en place et le maintien de couvertures végétales. Il est alors nécessaire d'établir une entente préalable entre les utilisateurs de l'espace à l'échelle des terroirs villageois, ainsi qu'une implication forte des autorités traditionnelles.
- **L'insécurité foncière** : les actions collectives d'aménagement de l'espace, comme celles liées aux SCV, soulèvent le problème de l'appropriation individuelle ou collective du foncier et donc de l'utilisation sur le long terme des aménagements qui pourraient être réalisés. La sécurisation du statut foncier est un atout pour la diffusion des SCV. Il faut en effet garantir au paysan qu'il pourra utiliser la terre suffisamment longtemps pour pouvoir bénéficier des investissements initiaux qu'il a réalisés.

- **Les difficultés de modification des pratiques culturelles traditionnelles** profondément ancrées dans les esprits et la société (comme le labour).
- **L'absence d'un environnement économique favorable** : la diffusion et l'appropriation des SCV sont toujours plus rapides et durables chez les petites agricultures familiales déshéritées du Sud si elles sont appuyées par une grande agriculture moderne mécanisée et dynamique qui peut fournir les intrants, l'encadrement et la formation, et commercialiser les productions (comme au Brésil dans les états du Sud).

DES FACTEURS FAVORABLES AU DÉVELOPPEMENT DU SEMIS DIRECT

Certains facteurs importants pour une bonne appropriation du SCV par l'agriculteur ont été identifiés :

- **Les systèmes doivent être économiquement et techniquement performants.**
- **Il est nécessaire de convaincre par la démonstration** sur les sites expérimentaux (« vitrines ») et avec les agriculteurs.
- **L'intérêt économique des SCV doit être évident** : les SCV doivent procurer aux producteurs des résultats économiques concrets et intéressants dans un bref délai.
- **Les bénéfices doivent être assez substantiels** pour convaincre les producteurs de changer leurs pratiques agricoles actuelles.
- **Il est indispensable de prendre en compte l'ensemble des acteurs des filières et du développement** de la région concernée, et notamment le secteur privé.
- **L'introduction des SCV doit être accompagnée et suivie** par un service d'appui - conseil sur une période assez longue (plusieurs années).
- **L'accès à l'information, la formation et l'enseignement** doit être facilité.



LES FACTEURS DE SUCCÈS RELEVÉS AU BRÉSIL



© L. Ségué

Citons entre autres facteurs d'adoption réussie des SCV :

- **La forte diffusion d'agriculteur à agriculteur**, par les associations de semis direct et par la qualité des publications pratiques mises à disposition.
- **La nécessité pour les agriculteurs brésiliens d'être très compétitifs** dans le marché mondial car ils ne disposent d'aucune subvention. Une condition préalable indispensable à une diffusion large est la constitution d'une véritable coalition recherche/extension (animation et diffusion) / organisation de producteurs.
- **Nécessité de réseaux interdisciplinaires d'agriculture de conservation**
- **À terme, il est attendu une utilisation plus raisonnée** et moins dommageable à l'environnement des produits chimiques, surtout herbicides. Il s'agit là d'une des principales clés de réussite.



© L. Ségué

Testez vos connaissances sur les SCV...

Attention, plusieurs réponses peuvent être possibles.

© F. Tivet

QCM

1. Qu'est-ce que l'agroécologie ?

- a. Courant de pensée et d'action, en recherche et ingénierie, visant à ne pas séparer écologie et agriculture, appliqué aux systèmes et filières de production dans un objectif de développement durable et de protection de l'environnement.
- b. Une agriculture qui n'utilise pas d'intrants chimiques de synthèse.
- c. Un système de culture dans lequel la semence est placée directement dans le sol qui n'est jamais travaillé.

2. Dans quel(s) pays le concept de semis direct a-t-il débuté ?

- a. Argentine
- b. États-Unis
- c. Canada
- d. Brésil

3. Quel(s) est(sont) le(s) principe(s) fondamental(aux) à la base des SCV ?

- a. Le sol n'est jamais travaillé.
- b. Aucun pesticide n'est utilisé.
- c. Une couverture végétale couvre le sol en permanence.
- d. Des cultures pérennes sont toujours en association avec des cultures annuelles.

4. Quel(s) est(sont) l'un(certains) des bénéfices agronomiques des SCV ?

- a. Rendements triplés en moins de deux ans.
- b. Arrêt de l'érosion.
- c. Amélioration de l'alimentation hydrique.

5. Quel(s) est(sont) le(s) bénéfice(s) économique(s) des SCV parmi ceux cités ci-dessous ?

- a. Réduction des coûts de production.
- b. Une diversification des revenus.
- c. Un doublement des rendements.

6. Quelle(s) est(sont) la(les) différence(s) entre les techniques culturales simplifiées (TCS) et les SCV ?

- a. Le sol est laissé à nu dans le cas des TCS.
- b. Il existe des opérations de grattage superficiel du sol dans le cas des TCS.
- c. Il y a un labour dans le cas des TCS.
- d. Il n'y a pas de rotation dans le cas des TCS.

7. Comment les SCV peuvent-ils contribuer à la lutte contre la désertification ?

- a. En permettant le reboisement de sols peu fertiles.
- b. En stoppant l'érosion et en conservant mieux l'humidité du sol.
- c. En améliorant le taux de matière organique du sol.

8. Quel est le potentiel moyen de séquestration du carbone à attendre des sols gérés en SCV ?

- a. 1 à 2 t/ha/an de carbone sur 10 à 15 ans.
- b. 4 à 8 t/ha/an de carbone sur 5 à 10 ans.
- c. 0,1 à 0,5 t/ha/an de carbone sur 10 à 15 ans.

9. Comment les SCV aident-ils à la séquestration du carbone ?

- a. En éliminant le travail du sol qui accélère la libération de carbone.
- b. En diminuant le travail mécanisé et donc la consommation de carburant.
- c. En augmentant le taux de matière organique du sol grâce aux plantes de couverture.
- d. En fixant l'agriculture itinérante, et donc en sauvegardant la forêt.

10. Quel est l'un des concepts de la recherche-action ?

- a. Elle s'effectue principalement en laboratoire.
- b. Elle implique les agriculteurs à tous les stades de son développement.
- c. Elle associe les chercheurs du Nord et du Sud.

11. Quel est le premier critère d'adoption des SCV par les paysans ?

- a. L'arrêt de l'érosion.
- b. L'amélioration de la fertilité des sols.
- c. Les bénéfices économiques.

12. Quel(s) est(sont) parmi ce qui suit, l'un(certains) des impacts environnementaux attendus dans le cas d'une pratique généralisée des SCV à l'échelle d'un terroir ?

- a. L'augmentation de l'infiltration et la remontée des nappes phréatiques.
- b. Le reboisement de grands espaces.
- c. Une contribution locale à la séquestration du carbone et donc à la limitation de l'effet de serre.





13. Quelle(s) est(sont) la(les) raison(s) pour la(les)quelle(s) les SCV permettent une meilleure gestion de l'eau ?

- a. Suppression du ruissellement de surface.
- b. Limitation de l'évaporation.
- c. Augmentation de la rétention en eau du sol.
- d. Des cultures plus résistantes à la sécheresse.

14. Comment les SCV contribuent-ils à la protection de la biodiversité ?

- a. La couverture végétale fournit un bon habitat aux organismes vivants.
- b. En augmentant la teneur en matière organique du sol (base de la chaîne alimentaire).
- c. En fournissant des aliments à la faune sauvage.

15. Quelle est l'une des contraintes importantes à la mise en place des SCV au Nord-Cameroun ?

- a. La faible pluviométrie annuelle.
- b. Un relief hétérogène.
- c. Le droit de vaine pâture et les relations éleveurs/agriculteurs.

16. Quelles sont les principales contraintes à la vulgarisation à grande échelle des SCV au Laos ?

- a. L'environnement laotien essentiellement forestier.
- b. L'accès au crédit et à la mécanisation.
- c. Une agriculture largement dominée par la riziculture.
- d. La dispersion de l'agriculture et la formation des agents de diffusion.

17. Quelles sont les caractéristiques du riz SEBOTA ?

- a. Il peut être cultivé sous tous les types de régime hydrique : du pluvial à l'irrigué.
- b. Il produit trois fois plus de riz que les variétés traditionnelles.
- c. Il est plutôt résistant à la pyriculariose, première des maladies cryptogamiques touchant cette céréale.

18. Quel est un des facteurs clés de l'adoption des SCV par les agriculteurs tunisiens ?

- a. Des variétés de céréales plus performantes.
- b. Des ouvrages de conservation des eaux et des sols.
- c. Un semoir adapté.

19. Qu'appelle-t-on des « pompes biologiques » ?

- a. Des espèces de plantes de couverture aux systèmes racinaires puissants, remontant les éléments minéraux.
- b. Des engrais particulièrement performants.
- c. Des espèces végétales qui favorisent une synergie de croissance avec la culture principale.

20. Comment les SCV permettent-ils de décompacter les sols colmatés ?

- a. Si nécessaire, par le travail préalable superficiel du sol avant semis.
- b. Grâce aux systèmes racinaires puissants des plantes de couverture qui améliorent la porosité du sol.
- c. Par l'érosion superficielle du sol.

Solutions

1a (voir 1.6) • 2b (voir 1.2) • 3a et c (voir 1.3) • 4 b et c (1.4) • 5 a et b (voir 1.5) • 6 a et b (voir 1.6) • 7 b et c (voir 2.1) • 8a (voir 2.3) • 9a, b, c et d (2.3) • 10b et c (voir 4.1) • 11c (voir 4.2) • 12a et c (voir 1.4) • 13a, b et c (voir 1.4) • 14a et b (voir 1.4) et 2.2) • 15c (voir 3.1) • 16b et d (voir 3.2) • 17a et c (voir 3.3) • 18c (voir 3.4) • 19a (voir 1.3) • 20a et b (voir 1.3) et 1.4)



Sites Internet

(liste établie en 2006)

e. p. Tivet

INTERNET

SITES CONCERNANT TOUS LES CONTINENTS

- **Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, agriculture de conservation)**

www.fao.org/ag/ca/fr/

- **Site de Rolf Derpsch**

www.rolf-derpsch.com

- **Cirad (Réseau Agroécologie)**

<http://agroecologie.cirad.fr>

- **Ecoport conservation agriculture**

<http://ca.ecoport.org>

- **New Agriculturist (site de Theodor Friedrich)**

www.new-agri.co.uk/00-4/perspect.html

SITES CONCERNANT L'AFRIQUE

- **African Conservation Tillage network (ACT)**

www.act.org.zw et www.fao.org/act-network

- **Animal Traction Network for Eastern and Southern Africa (ATNESA)**

www.ATNESA.org

- **Center for Cover Crops Information and Seed exchange in Africa (CIEPCA)**

http://ppathw3.cals.cornell.edu/mba_project/CIEPCA/home.html

- **Groupeement Semis Direct de Madagascar (GSDM)**

<http://iarivo.cirad.fr/doc/scv/gsdm.pdf>

SITES CONCERNANT L'AMÉRIQUE LATINE

- **Centro Internacional de Información sobre cultivos de Cobertura (CIDICCO)**

www.cidicco.hn

- **Latin American Consortium on Agroecology and Sustainability Development (CLADES)**

www.cnr.berkeley.edu/~agroeco3/clades.html

- **Red Latino-Americana de Agricultura Sostenible (RELACO)**

www.fao.org/ag/ags/agse/6to/relaco/relaco.htm

- **Confederacion de Asociaciones Americanas para la Agricultura Sustentable (CAAPAS)**

www.caapas.org

- **Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Argentine, AAPRESID)**

www.aapresid.org.ar



- **CAMPO (Argentine)**

www.e-campo.com

- **Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (Brésil, FEBRAPDP)**

www.febrapdp.org.br

- **Associação de Plantio Direto do Cerrado (Brésil, APDC)**

www.apdc.com.br

- **Institut Agronomique du Paraná (Brésil, IAPAR)**

www.iapar.br

- **Fundação Agrisus de Agricultura Sustentável (Brésil, AGRISUS)**

www.agrisus.org.br

- **Empresa de Pesquisa/Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Brésil, EPAGRI)**

www.epagri.rct-sc.br

- **Plataforma Plantio Direto de l'Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Brésil, EMBRAPA)**

www22.sede.embrapa.br/plantiodireto/

- **REVISTA "Plantio Direto" (Brésil)**

www.plantiodireto.com.br

- **Cooperativa dos Agricultores de Plantio direto (Brésil, COOPLANTIO)**

www.cooplantio.com.br

SITES CONCERNANT L'AUSTRALIE

- **Western Australian No-Till Farmers Association (WANTFA)**

www.wantfa.com.au

- **South Australian No-Till Farmers Association (SANTFA)**

www.santfa.com.au

- **Victoria No-Till Farmers Association (VNTFA)**

www.vicnotill.com.au/links.htm

- **Central West Conservation Farming Association (CWCFA)**

www.confarming.org.au

- **Mallee Sustainable Farming Inc. (MSF)**

www.msfp.org.au

- **Conservation farmers Inc. (CFI)**

www.cfi.org.au

- **Bill Crabtree (chercheur semis direct)**

www.no-till.com.au

SITES CONCERNANT L'ASIE

- **Rice-Wheat Consortium for Indo Gangetic Plains (RWC)**

www.rwc.cgiar.org/index.asp

- **Site de Peter Hobbs (chercheur sur l'Asie du Sud)**

www.css.cornell.edu/faculty/hobbs

SITES CONCERNANT L'AMÉRIQUE DU NORD

- **The New Farm (Rodale institute, Pennsylvania, USA)**

www.newfarm.org

- **Kansas Crop Residue Management Alliance (USA)**

www.residue.org

- **National Sustainable Agriculture Information Service (ATTRA, USA)**

www.attra.org

- **Sustainable Agriculture Research and Education (USDA-SARE, USA)**

www.sare.org

- **Natural Resources Conservation Services, Caroline du Nord (NRCS, USA) et sa revue (Soil Quality newsletter)**

www.nc.nrcs.usda.gov/programs/CRP/

www.nc.nrcs.usda.gov/technical/techref/soilqualitynewsletter.html

- **South Dakota No-till Association (USA)**

www.sdnottill.com

- **Pacific Northwest Direct seed Association (USA)**

www.directseed.org

- **No-till Farmer (USA)**

www.lesspub.com/cgi-bin/site.pl?ntf/index

- **USDA-ARS Conservation System Research (USA)**

www.ars.usda.gov/main/docs.htm?docid=6502

- **No-till on the plains (USA)**

www.nottill.org

- **Dakota Lakes Research Farm (USA)**

www.dakotalakes.com

- **Southern Conservation Tillage Systems conference (SCTSC, USA)**

www.ag.auburn.edu/aux/nsdl/sctscsa

- **Manitoba – North Dakota Zero Tillage Farmers Association (Canada)**

www.mandakzerotill.org

- **Saskatchewan Soil Conservation Association (SSCA, Canada)**

<http://ssca.usask.ca>

- **Alberta Reduced tillage Association (Canada)**

www.reducedtillage.ca

- **Prairie Agriculture Research Initiative. Decision support system (PARI, Canada)**

<http://paridss.usask.ca/index.html?factbook/soilcrop/prem.html>

SITES CONCERNANT L'EUROPE

- **European Conservation Agriculture Federation (ECAAF)**

www.ecaf.org

- **Belgian Association in Research Application on Conservation Agriculture (BARACA, Belgique)**

www.baraca.be

- **Foreningen for reduceret jordbearbejdning (FRDK, Danemark)**

www.frdk.dk

- **Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos vivos (AEAC/SV, Espagne)**

www.aeac-sv.org/html/actividades.html

- **Association pour la Promotion d'une Agriculture Durable (APAD, France)**

www.apad.asso.fr

- **Fondation Nationale pour une Agriculture de Conservation des Sols (FNACS, France)**

www.isasite.net/FNACS

- **Bretagne, Agriculture, Sol et Environnement (BASE, France)**

<http://pageperso.aol.fr/baseagrisol/mapage/associations.html>

- **Agriculture de Conservation (France)**

www.agriculture-de-conservation.com

- **Soil Management Initiative (SMI, Grande Bretagne)**

www.smi.org.uk

- **New Agriculturist on line (Grande Bretagne)**

www.new-agri.co.uk/00-4/perspect.html

- **Associazione Italiana per la Gestione Agronomica del Suelo (A.I.G.A.Co.S., Italie)**

www.aigacos.it

- **Swiss No-Till (Suisse)**

www.no-till.ch

- **Associação Portuguesa de Mobilização de Conservação do Solo (APOSOLO, Portugal)**

www.aposolo.pt



- **Adventice** : se dit d'une plante étrangère à une culture et qui n'a pas été intentionnellement propagée. Dans le sens courant, les plantes adventices sont presque toutes des mauvaises herbes
- **Agriculture conventionnelle (système de culture conventionnel, pratique culturale conventionnelle)** : agriculture qui, dans une région donnée, utilise les itinéraires techniques traditionnels les plus courants, en particulier le plus souvent, le travail du sol.
- **Agriculture itinérante sur brûlis** : agriculture itinérante en écosystèmes forestiers des régions intertropicales. Défriche et brûlis récurrents de la forêt pour la mise en culture pendant 2 à 4 ans à laquelle succède la jachère forestière pendant un temps variable (une dizaine d'années ou plus) permettant à la fertilité du sol de se reconstituer. Puis remise en culture, etc.
- **Allélopathie** : compétition exercée entre les plantes d'espèces différentes par l'intermédiaire de substances toxiques excrétées par les racines ou par les feuilles.
- **Approche systémique** : analyse qui consiste à considérer un objet complexe comme un système constitué d'éléments qui interagissent les uns avec les autres.
- **Autotrophe** : se dit d'un organisme qui élabore sa nourriture exclusivement à partir de substances minérales se trouvant dans le sol, l'air ou l'eau. Cet organisme obtient son énergie directement du soleil ou bien de l'oxydation de certains éléments ou composés simples. Se dit d'un organisme capable d'assurer sa nutrition carbonée à partir du gaz carbonique de l'air grâce à la chlorophylle qu'il contient et au mécanisme de la photosynthèse.
- **Buse** : désigne une pièce ou un ensemble de pièces dont le rôle est de réaliser la pulvérisation d'une bouillie ou autre liquide. Il existe différents types : buse centrifuge, à jet plat, à jet filet, à miroir, etc.
- **Buttage** : opération consistant à amonceler de la terre au pied de certaines plantes cultivées soit isolées, soit en lignes (ex. : pomme de terre).
- **Capacité de rétention en eau** : proportion, en poids ou en volume, de l'eau que le sol peut retenir après avoir été saturé d'eau et ressuyé.
- **Cultures dérobées** : culture dont la courte durée permet une récolte s'ajoutant à celle de la culture principale au cours de la même campagne agricole.
- **Cultures intercalaires** : culture pratiquée entre les rangs d'une autre culture.
- **Déchaumage** : opération agricole réalisée aussitôt après la moisson pour enterrer partiellement les chaumes et les mauvaises herbes par un travail superficiel, et pour briser la croûte à la surface de la terre afin d'arrêter l'évaporation de l'humidité sous-jacente.
- **Externalité** : c'est la conséquence, positive ou négative, de l'activité d'un ou de plusieurs agents économiques sur d'autres agents économiques qui n'est pas prise en compte par le marché. L'exemple typique est l'industriel qui rejette gratuitement dans l'air des fumées polluantes qui ont des conséquences néfastes sur la santé d'autres agents économiques ; lesquels en paient le coût.
- **Fixation de l'azote atmosphérique** : ensemble des opérations chimiques et biologiques permettant d'extraire l'azote de l'atmosphère pour le transformer soit en ammoniac ou en nitrate directement assimilable par les plantes, soit en azote organique immobilisé.
- **Front pionnier** : zone qui commence à être mise en valeur, située à la limite d'une zone vierge.
- **Herbicide total non résiduel** : un herbicide total est un herbicide qui, utilisé aux doses d'emploi conseillées pour cet usage, est susceptible de détruire toute la végétation avant de semer une culture. Il est dit non-résiduel si son action ne se prolonge pas après son application.
- **Hétérotrophe** : organisme qui dépend des substances organiques pour son alimentation et sa croissance.
- **Horizon d'un sol** : couche de sol plus ou moins parallèle à la surface, et qui se distingue des couches voisines, qui lui sont généralement liées, par ses caractères morphologiques, physiques, chimiques ou biologiques (par ex. : couleur, nombre et nature des organismes présents, structure, texture, consistance, etc.).
- **Lixiviation** : percolation lente de l'eau à travers le sol, accompagnée des matières dissoutes qui y sont contenues.
- **Porosité d'un sol** : volume des vides du sol exprimé en pourcentage du volume total.
- **Recyclage des éléments minéraux** : remontée biologique (par les racines et la biomasse qui retombe en surface) et réutilisation par minéralisation de la matière organique fraîche étalée durant la campagne agricole, des éléments minéraux du sol qui, sinon, seraient perdus, soit par ruissellement, soit par lessivage.
- **Scarifiage** : travail du sol sans retournement, avec des dents rigides.

Acronymes et abréviations

© F. Tivet

ACRONYMES

AC	Agriculture de conservation
AFD	Agence Française de Développement
ANAE	Agence Nationale d'Action Environnementale, Madagascar
ARC	Centre de Recherche Agronomique, Laos
AVSF	Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières
BRL	Bas-Rhône Languedoc, France
CES	Conservation des eaux et des sols
Cirad	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, France
CPC	Comité du Plan et de la Coopération, Laos
CT	<i>Conservation tillage</i>
CTC	Centre Technique des Céréales, Tunisie
DGCID	Direction Générale de la Coopération Internationale et du Développement
DMC	<i>Direct seeded Mulch based Cropping systems</i>
DPGT	Projet Développement Paysannal et Gestion de Terroir, Cameroun
DT	Dinar tunisien
EMBRAPA	<i>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária</i>
ESA	Projet Eau Sol Arbre, Cameroun
ESAK	École Supérieure d'Agriculture du Kef, Tunisie
FAFIALA	Centre d'expérimentation et de diffusion pour la gestion paysanne des tanety, Madagascar
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FFEM	Fonds Français pour l'Environnement Mondial
FIFAMANOR	<i>Fiompiana Fambolena Malagasy Norveziana</i> , Madagascar
FOFIFA	Institut National de la Recherche Appliquée au Développement Rural Malgache
GES	Gaz à effet de serre
GRET	Groupe de Recherche et d'Échanges Technologiques, France
GSDM	Groupement Semis Direct à Madagascar
INTA	Institut National de Technologie Agricole, Argentine
IRAD	Institut de Recherche Agricole pour le Développement, Cameroun
LAMS	Laboratoire d'analyses et de microbiologie des sols, France
MAE	Ministère des Affaires étrangères, France
NAFRI	Institut National de Recherche Agronomique et Forestière, Laos
PAA	Plan d'Action Agroécologie
PASS-PCADR	Point d'Application du Sud de la Province de Sayaboury, Laos
PIB	Produit intérieur brut
PRODESSA	Projet de développement rural des 4 districts du sud de la province de Sayaboury, Laos
PRONAE	Programme National en Agroécologie, Laos
PTA	Programme transversal d'accompagnement
SCV	Semis direct sur couverture végétale permanente
SD Mad	Semis Direct Madagascar
Sodecoton	Société de Développement du Coton au Cameroun
TAFA	<i>Tany sy Fampandrosoana</i> , Madagascar
TCS	Techniques culturales simplifiées
TSL	Techniques sans labour
USA	États-Unis d'Amérique
USD	Dollar américain
VERAMA	Les Vergers d'Anacardes de Masiloaka, Madagascar
WANTFA	<i>Western Australian No-Tillage Farmers Association</i>
ZSP	Zone de solidarité prioritaire



© K. Naudin

AGENCE FRANÇAISE DE DÉVELOPPEMENT

5, rue Roland Barthes
75598 Paris CEDEX 12
France

Tél.: +33 (0)1 53 44 31 31

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES

20 rue Monsieur
75007 Paris
France

Tél.: +33 (0)1 53 69 30 00

FONDS FRANÇAIS POUR L'ENVIRONNEMENT MONDIAL

5, rue Roland Barthes
75598 Paris CEDEX 12
France

Tél. : 33 (0)1 53 44 42 42

CENTRE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE EN RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT

Avenue Agropolis
34398 Montpellier CEDEX 5
France

Tél. : +33 (0)4 67 61 58 00



RÉSUMÉ

Le semis direct sur couverture végétale permanente (SCV) est actuellement une des solutions qui s'offre aux économies paysannes, notamment dans les pays du Sud, pour sortir de la spirale de la dégradation de leur environnement et des faibles niveaux de compétitivité de leurs productions. Ces techniques ont fait leurs preuves de leurs nombreux intérêts, aussi bien agronomiques, qu'environnementaux et économiques, dans des contextes très différents (agriculture mécanisée, petites économies familiales). Ces systèmes de culture alternatifs font ainsi naître dans de nombreux pays l'espoir d'aller dans le sens d'un développement agricole durable à un niveau de productivité élevé. Leur diffusion à grande échelle dans de nouveaux pays soulève toutefois certains problèmes comme celui pour l'agriculteur de passer d'une agriculture de tradition à une agriculture d'innovation. Cependant les avantages de la mise en œuvre de ces pratiques se révèlent assez vite aux agriculteurs : économie de main d'œuvre, des intrants, accroissement des résultats agronomiques, moindre sensibilité aux aléas climatiques... L'objet de ce dossier est de présenter de façon synthétique et dans un langage accessible à tous non seulement les principes généraux à la base des SCV, mais aussi les impacts bénéfiques agronomiques, écologiques et socio-économiques. Des projets réussis de mise en œuvre de SCV en Tunisie, Madagascar, Laos, Cameroun, dans le cadre du programme transversal d'accompagnement (PTA) mené par l'AFD et ses partenaires, sont également présentés pour illustrer le dossier de cas concrets sur le terrain.

ABSTRACT

The direct-seeding mulch-based cropping system (DMC) is currently one of the solutions for peasant economics, particularly in Southern countries, to escape the environmental degradation spiral and low levels of production competitiveness. These techniques have many agronomic, environmental and economic interests in very different contexts (mechanized agriculture, home economics). These alternative cropping systems give hope to many countries for a sustainable agricultural development at high levels of productivity. Their diffusion on a large scale in new countries raises a few problems as for the farmer, e.g., to make the transition from traditional to innovative agriculture. However, the advantages of DMC implementation appear rather quickly to farmers: labour and inputs economy, agricultural results' increase, as well as less sensitivity to climatic risks... The goal of this document is to present, in a summarised way and in a language accessible to all, the general principles of DMC, as well as agricultural, ecological and socio-economic positive impacts. Successful projects of DMC implementation have been carried out by AFD and its partners in Tunisia, Madagascar, Laos and Cameroon, all within the framework of the Transversal Program for Monitoring and Support (PTA), and are presented to illustrate this document of field cases.