

PRÉAMBULE

Les objectifs principaux de l'UR 1 sont de concevoir, de maîtriser et de participer activement au transfert – adaptation - diffusion de systèmes de culture durables (SCV) en milieu tropical. L'UR en création s'appuie sur de très importants acquis correspondant à ces objectifs, qui sont issus des travaux de Recherche-Action participative ancrés dans les réalités agricoles tropicales et qui ont débuté il y a plus de 20 ans.

L'UR n'est en fait, sous une forme organisationnelle et structurelle différente, que le prolongement optimisé de ces travaux de recherche qui se sont attaqués à de grandes problématiques et contraintes de développement considérées comme prioritaires et communes aux agricultures du Sud, dont parmi les principales :

- L'inversion du cycle de dégradation des sols tropicaux en un cycle de restauration au moindre coût de leur fertilité (*au sens large*), compatible avec la pratique d'une agriculture de conservation durable, plus productive, diversifiée et lucrative : c'est là que sont nés les SCV.
- Parmi ces SCV, compte tenu de l'importance de la production rizicole sous les tropiques et de sa demande mondiale en forte croissance, le développement des systèmes rizicoles alternatifs en SCV, adaptables au moindre coût et facilement appropriables aussi bien en conditions pluviales qu'en bas fonds avec irrigation contrôlée ou sans maîtrise de l'eau, qui sont plus productifs et diversifiés que les rizicultures traditionnelles, plus économes en eau, intrants et main d'œuvre et qui peuvent s'affranchir des aménagements rizicoles coûteux (*alternatives de moindre coût aux réhabilitations à répétitions*) ; la mise au point progressive de SCV adaptés à tous les milieux de culture, a fait appel à l'intégration de l'approche système et de la conception- création de variétés de riz¹ à aptitudes multiples et à très fort potentiel de rendement même en présence de faible niveau d'intrants (*optimisation des relations géotypes - SCV*).

Les résultats de recherche obtenus au cours de ces 20 dernières années ont permis de multiplier, à l'échelle du réseau tropical SCV et à des niveaux convaincants (*terroirs, régions*), les rendements des cultures alimentaires et industrielles par 2 à 3, aussi bien dans la grande agriculture mécanisée émergente des tropiques brésiliens, que dans les petites agricultures familiales déshéritées du Sud² ; ces résultats de recherche ont montré la fiabilité de l'outil de recherche finalisé qui a pu bénéficier ainsi de l'appui très important et continu des bailleurs de fonds privés (*Brésil*) et publics (*AFD, FFEM, MAE, en Afrique, à Madagascar et en Asie*).

Une équipe d'agronomes formée aux SCV et à la démarche systémique de recherche, s'est peu à peu constituée, étoffée, complétée avec la participation de chercheurs plus spécialisés, pour répondre à la demande croissante des bailleurs de fonds et partenaires du Sud ; un réseau tropical s'est tissé progressivement et a pu se pérenniser offrant à l'exercice de la recherche une grande diversité de situations pédoclimatiques et socio-économiques.

Les principaux résultats de recherche obtenus et la méthodologie de Recherche-Action participative élaborée ont fait l'objet de nombreuses publications³ sous forme d'articles, d'ouvrages de synthèse, manuels, cours de formation ; des bases de données sont en cours de création ; des centaines de chercheurs, agronomes, techniciens et des milliers d'agriculteurs d'Amérique Latine, Madagascar, Afrique et Asie ont bénéficié de formation sur les SCV en général (*intégration Agriculture - Elevage*), les rizicultures en SCV, les SCV cotonniers de haute technologie.

Cette vaste dynamique d'ensemble et ses perspectives futures peuvent difficilement être réduites à la mise en forme de quelques questions et hypothèses simples sans prendre l'énorme risque de

¹ Pool indicas pluvial. Plus de 250 variétés créées (SEBOTAs) et mise au point de la production d'hybrides ; matériel génétique aérobie, poly-aptitudes : les variétés SEBOTA couvraient entre 200.000 et 400.000 ha/an depuis 1998 dans le seul état du Mato Grosso au Brésil.

² Plus de 8 millions d'ha utilisent les SCV dans les Cerrados brésiliens, quelques centaines d'hectares de terroirs à Madagascar, au Laos, au Vietnam et au Cameroun.

³ Malheureusement très sous-exploitées pour la recherche scientifique.

réductionnisme prétentieux. En conséquences, les résultats des travaux 2004/2005 seront replacés dans leur trajectoire d'évolution cohérente, que nous avons initiée il y a 20 ans et que nous avons continuellement perfectionnée au Brésil, puis transférée et adaptée aux régions tropicales des autres continents (coopération Sud - Sud).

Enfin **en guise d'introduction à la lecture et à la réflexion**, quelques phrases émises par des penseurs célèbres, qui illustrent parfaitement notre démarche et nos convictions :

*« Deux approches possibles du monde : **l'approche réductionniste** (ou analytique, cartésienne) est une attitude qui consiste à réduire un système ou des phénomènes complexes à leurs composants plus simples et à considérer ces derniers comme plus fondamentaux que la totalité complexe (Schwartz, 1997). L'approche réductionniste s'oppose à **l'approche holistique** (ou systémique, synthétique). Celle-ci est une attitude qui consiste à considérer qu'un système complexe est une entité qui possède des caractéristiques émergentes liées à sa totalité, propriétés qui ne sont pas réductibles à une simple addition de celle de ces éléments (d'après Schwartz, 1997). »*

J. M. Gobat, M. Aragno, W. Matthey (Le sol vivant)

« La sagesse conduit à combiner les 2 approches (réductionniste et holistique) : replacer les processus dans un contexte global et ensuite les analyser à l'échelle des mécanismes qui les expliquent. »

Lavelle

« Toutes choses étant causées et causantes, aidées et aidantes, médiates et immédiates, et toutes s'entreprenant par un lien naturel et insensible qui lie les plus éloignées et les plus différentes, je tiens impossible de connaître les parties sans connaître le tout, non plus que de connaître le tout sans connaître les parties. »

Blaise Pascal

« Un des outils les plus puissants de la science, le seul universel, c'est le contresens manié par un chercheur de talent. »

B. Mandelbrot

FICHE D'IDENTIFICATION

Noms : SEGUY et BOUZINAC

Prénoms : Lucien et Serge

Statut (CDI, CDD, ATD, mis à disposition...) : CDI

Nom de l'UR : UR 1

Nom du Responsable : Francis Forest

Modalités d'affectation

Pays d'affectation : Brésil

Structure d'accueil : UEPG = Université d'Etat de Ponta Grossa / Paraná, en collaboration avec l'USP/CENA (Cf. *Collaborations ci-dessous*⁴)

Date de début et de fin de contrat actuel (le cas échéant) : 2004/2009

- **Mots clefs** = maîtrise agronomique, technique et socio-économique des innovations SCV, méthodologie de la Recherche-Action participative, indicateurs de durabilité, fonctionnement agronomique des éco et agrosystèmes, optimisation des relations « Géotypes x Environnement »
- **Fonctions** : => ingénieurs agronomes, spécialistes de Recherche-Action participative : avec, pour et chez les agricultures du Sud ;
- Concepteurs, créateurs et maître d'œuvre des techniques de Semis Direct sur Couverture Végétale permanente (SCV) qui intègrent l'agriculture, l'élevage et l'arbre, au service de l'agriculture de conservation mondiale en général et des agricultures durables tropicales en particulier (*grande agriculture mécanisée et petites agricultures familiales du Sud*) ;
- Concepteurs, créateurs et maître d'œuvre des riz « poly-aptitudes » SEBOTAS à haute valeur ajoutée, sélectionnés pour et dans de nouvelles alternatives rizicoles de haute technologie en Semis Direct, aussi bien en conditions pluviales qu'irriguées, avec et sans le contrôle de l'eau (*rainfed lowland*), à très faible coût d'exploitation [*L. Séguy (SE), S. Bouzinac (BO), J. Taillebois (TA)*].
- Concepteurs, créateurs des systèmes cotonniers de haute technologie (4,0 à 5,0 t/ha de coton graine) en Semis Direct, et contribution à la sélection variétale cotonnière pour et dans les systèmes de culture (*optimisation des relations « Géotypes x Environnement » en collaboration avec l'équipe CIRAD/COODETEC*).
- L. Séguy, en tandem avec D. Loyer de l'AFD et l'appui des équipes SCV CIRAD + partenaires du Sud, est l'animateur scientifique et technique du réseau semis Direct tropical du CIRAD/AFD/Pays Partenaires du Sud (*Madagascar, Tunisie, Laos, Cambodge, Cameroun*) et du CIRAD en Amérique du Sud (*Brésil avec UEPG et Colombie avec El Aceituno*).

⁴ COLLABORATIONS :

Equipe CIRAD = Serge Bouzinac, Marc Corbeels, Jean-Marie Douzet, Eric Scopel et Lucien Seguy (Cirad-Ca gec), Jean-Louis Belot, José Martin, Pierre Silvie (Cirad-ca coton), James Taillebois (Cirad-ca calim)

Partenaires brésiliens = Alexandre Cardoso et Fernando Macena (Embrapa Cerrados), José Aloísio Alves Moreira et Luis Fernando Stone (Embrapa Arroz e Feijão), Wilson Leandro (Ufg), Mercedes Bustamante (Unb), Carlos Cerri (Usp/Cena), João Carlos de Moraes Sà (UEPG), Luiz Saucedo (Cereaisnet), Université de Rio Verde, Groupement de producteurs d'appui à la recherche de Rio Verde (Gapes), Edson et Adelcio Maeda (groupe Maeda), Clayton Bortolini (Fondation Rio Verde), Paulo Machado, Marcos Rodrigo Pinheiro da Silva et Marcos Cecconi (Faz. Mourão).

1. ANIMATION D'UN PÔLE DE RECHERCHE «AGRICULTURE DURABLE» DANS LES ZONES HUMIDES AU BRÉSIL [Fig. 1]

Au cours des 5 dernières années, trois équipes du Cirad travaillant sur les systèmes de semis direct sur couverture végétale (SCV) dans les Cerrados brésiliens et leurs partenaires (Embrapa, Agronorte, Cereaisnet, Maeda, Coodetec et Fundação Rio Verde) ont poursuivi leur collaboration pour partager leurs dispositifs, leurs méthodologies et leurs questionnements. Des expérimentations, raisonnées et suivies conjointement, ont été mises en place et pérennisées dans le Sud de l'état de Goiás et dans le Mato Grosso : matrices « systèmes de culture » de Campo Verde et de Deciolândia (*diversification des SCV sur coton*), matrice Giovanni Paludo à Rio Verde (*diversification des SCV à base de soja et maïs et d'étude d'impacts sur la matière organique et le carbone*) et une nouvelle matrice à Sinop chez Cereaisnet sur la diversification des SCV à base de riz poly-aptitudes de haute technologie, intégrés avec l'élevage. Ce pôle permet de joindre des efforts pour produire et de diffuser des solutions techniques en SCV appropriables par les agriculteurs, à grande échelle, de faire progresser les connaissances scientifiques dans ces domaines, et de contribuer à la formation de chercheurs du Cirad, de nos partenaires brésiliens et d'autres pays du Sud.

Au niveau recherche, l'accent est mis sur les plus values scientifiques et institutionnelles d'une telle synergie pour le Cirad et ses partenaires locaux, ainsi que pour le transfert-adaptation chez ses autres partenaires dans le monde tropical. Ce pôle a poursuivi ses travaux dans trois grandes directions : 1/ **La création de SCV diversifiés et performants** autour de différentes cultures pivots dans les rotations ; 2/ **L'amélioration variétale** en prise directe avec ces nouveaux systèmes, en particulier riz et coton, et 3/ **L'évaluation des impacts de ces SCV** sur la productivité et l'environnement.

FIG. 1

PÔLE BRÉSIL

AGRICULTURE DURABLE

Lieux d'intervention et partenariats

1. Sinop
 CIRAD SCV
 CEREAISNET
 CIRAD COTON
 USP - CENA

2. Deciolândia
 CIRAD SCV
 MAEDA
 CIRAD COTON
 USP - CENA

3. Campo Verde
 CIRAD COTON
 CIRAD SCV
 COODETEC
 FAZ. MOURÃO
 USP - CENA

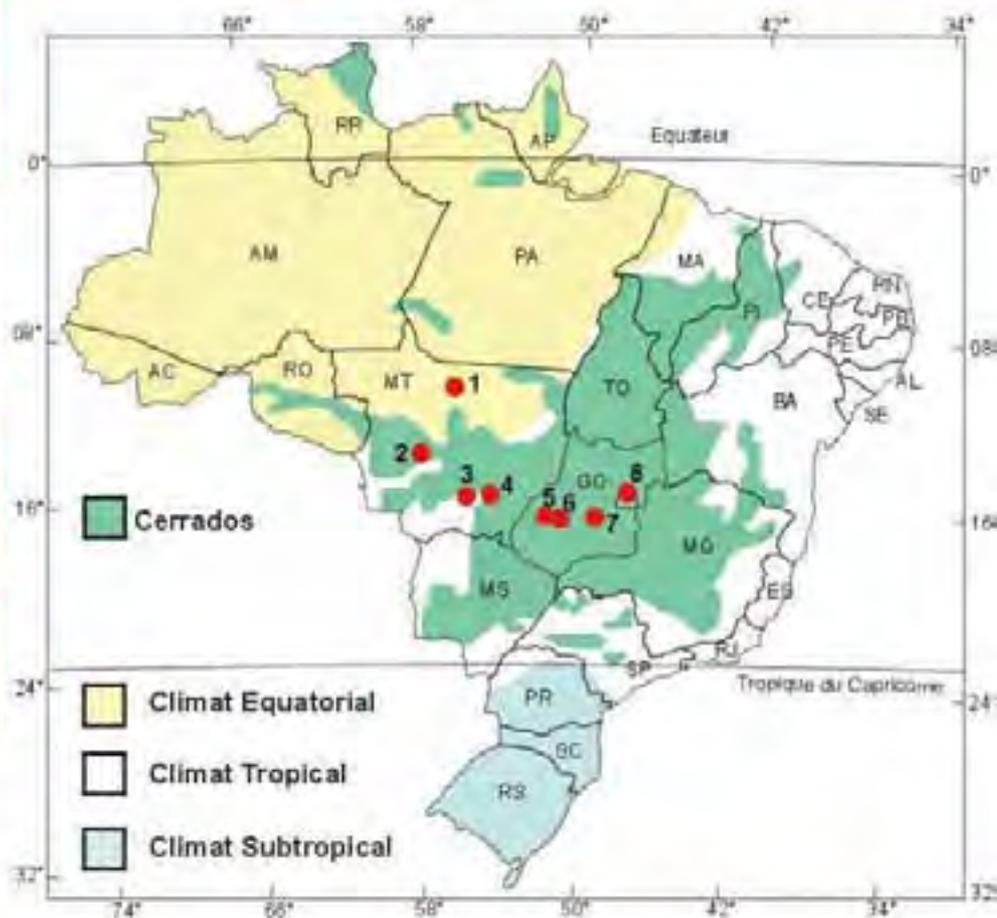
4. Primavera do Leste
 CIRAD COTON
 COODETEC

5. Montividiu
 CIRAD SCV
 EMBRAPA/CNPAF
 et CPAC
 GAPES
 (USP-CENA, UFG,
 FESURV, UNB, INRA, IRD)

6. Rio Verde
 CIRAD COTON
 CIRAD SCV
 COODETEC
 USP - CENA

7. Goiânia
 CIRAD SCV
 EMBRAPA/CNPAF
 et CPAC
 (USP-CENA, UFG,
 UNB, INRA, IRD)

8. Brasília
 CIRAD SCV
 EMBRAPA/CPAC
 (UNB, INRA, IRD)



SYSTÈMES DE CULTURE DURABLES EN SEMIS DIRECT

- À base de COTON, SOJA, Riz, Maïs, Safrinhas
- À base de SOJA, RIZ, MAÏS, Safrinhas, Elevage
- Matrices systèmes de culture en milieu contrôlé
- Conseil de gestion, animation; CIRAD/SCV

2. GESTION AGROBIOLOGIQUE DES SOLS FERRALLITIQUES EN REGIONS TROPICALES HUMIDES ET CHAUDES (Cerrados et forêts du Centre Ouest brésilien)

Conventions de recherche Cirad/USP-Cena (2000-2004) et Cirad/UEPG (2004-2009), et conventions de recherche privées Cirad/ Maeda (1995-2004), Cirad /Agro Norte (2000-2002) et Cirad/Cereaisnet (2003-2008)

Lucien Séguy et Serge Bouzinac (Cirad-Ca gec, actuellement UR1), João Carlos de Moraes Sá et Márcia Freire Machado Sá (UEPG: Université d'état de Ponta Grossa - Paraná), Carlos Cerri (USP/ Cena), Edson Maeda, Adécio Maeda (Maeda), Ângelo Carlos Maronezzi (Agronorte), Clayton Bortolini (Fundação Rio Verde), Jean-Louis Belot, José Martin, Pierre Silvie (Cirad-Ca Coton), Paulo Machado et Marcos Cecconi (Faz. Mourão) e Marcos Rodrigo Pinheiro da Silva (Coodetec)

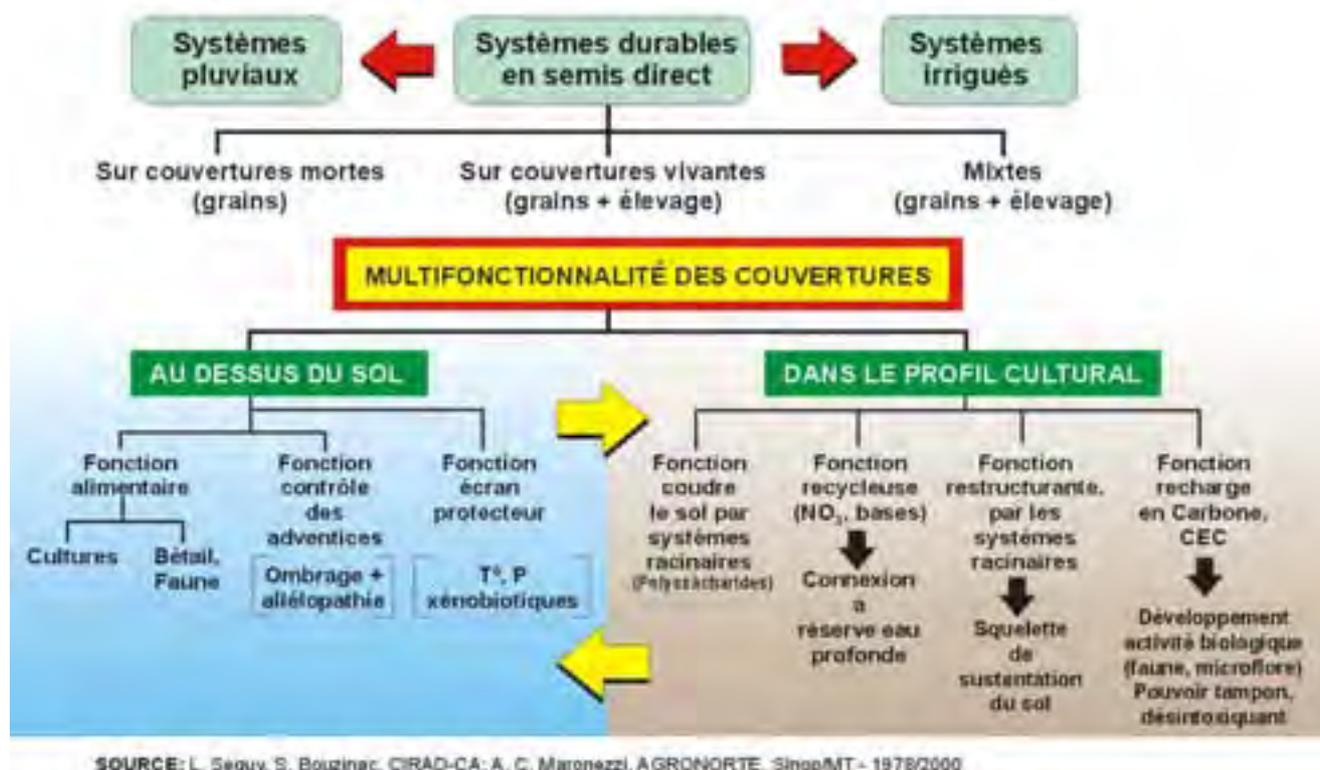
Au Brésil Central, dans les zones agricoles traditionnelles ainsi que sur les fronts pionniers du sud de l'Amazonie, l'utilisation indiscriminée d'équipements à disques et la pratique continue de grandes monocultures de soja d'abord et de coton ensuite, ont déstructuré les sols et alourdi les coûts de production en raison de l'augmentation de l'érosion, des adventices, des maladies et des ravageurs. Ce projet a conçu des systèmes de culture très diversifiés en semis direct sur couverture végétale permanente du sol (SCV), adaptés aux zones tropicales chaudes, en particulier pour des cultures réputées difficiles comme le riz pluvial et le coton. Il a fortement contribué à leur diffusion et les a transférés et adaptés à d'autres conditions pédoclimatiques et socio-économiques tropicales et subtropicales du Sud (*Réseau SCV tropical du Cirad, animé par L. Séguy*). Au cours de ces 3 dernières années, ce travail s'est réalisé dans le cadre de conventions de recherche avec le Groupe Maeda, important producteur de coton du Brésil dans les états de GO et MT, avec l'entreprise de recherche Cereaisnet et la fondation Rio Verde au MT et en collaboration avec des agriculteurs leaders [*Fazendas Mourão (MT) e São José (GO)*].

L'objectif du projet est d'assurer la progression continue de systèmes novateurs en semis direct par l'amélioration de leurs performances agro-économiques - en particulier par la réduction des coûts de production, leur capacité à séquestrer le carbone et à minimiser les impacts sur l'environnement - la création de matériels génétiques spécifiques à ces systèmes et la formation des acteurs du développement. Les travaux sont essentiellement orientés vers les cultures de riz, de coton et de soja mais incluent également de nouvelles d'espèces pour la production de biomasse en "safrinhas", cultures de succession pratiquées avec très peu ou pas d'intrants. Ces biomasses doivent répondre à la fois:

- aux critères de multifonctionnalité des plantes de couverture (Fig. 2 - *Concepts- L. Séguy, 2001*), qui doit assurer la progression de la capacité de production des écosystèmes cultivés avec moins d'intrants et minimiser leurs impacts négatifs sur l'environnement (*qualité biologique des sols, des eaux de drainage et des productions, et contrôle des externalités*) ;
- à l'accroissement des revenus, compatible avec une prise de risque économique minimum ;
- à l'augmentation régulière (*et gratuite*) de la fertilité des sols qui permet d'accroître leur capacité de production par voie organo-biologique avec moins d'intrants chimiques au cours du propre processus de production.

Les systèmes construits, maîtrisés et évalués, en semis direct, peuvent intégrer l'élevage tous les ans, ou selon des rotations comportant 3 ou 4 ans de cultures sur biomasse de couverture alternées avec 3 ou 4 ans de pâturages, ou enfin avec des systèmes sur couvertures vivantes fourragères sur lesquelles des grains (*riz, maïs, soja et coton*) sont produits en semis direct.

FIG. 2 LE CONCEPT DE MULTIFONCTIONNALITÉ DES BIOMASSES DE COUVERTURE, EN SEMIS DIRECT



2.1 RETROSPECTIVE: Trajectoire d'évolution du projet SCV Brésil et Résumé des acquis SCV entre 1985 et 2002, supports des recherches actuelles au Brésil et transférés comme outils de construction du réseau tropical SCV du CIRAD (Coopération Sud - Sud)

Ces acquis ont pu être élaborés au cours des 20 dernières années de recherche, d'abord grâce à des outils méthodologiques performants :

La méthodologie de recherche-action participative utilisée permet de concilier les exigences de la société civile, de la recherche et des professionnels de l'agriculture. Elle met en évidence les recherches fondamentales à conduire, les replace *in situ* dans la dynamique des réalités agricoles d'aujourd'hui et dans ses perspectives d'évolution de demain. Cette démarche expérimentale s'appuie sur un réseau régional d'unités expérimentales et de fermes de référence qui constitue un support d'études scientifiques et de formation, où la recherche pratique et maîtrise une agronomie préventive qui modélise le fonctionnement comparé des systèmes, évalue leurs performances agronomiques et technico-économiques et leurs impacts sur le milieu physique avant qu'ils ne soient diffusés à grande échelle.

Dans les fermes expérimentales, les systèmes de culture sont organisés en matrice sur des toposéquences représentatives du milieu (*types de sols, états de dégradation, etc. ...*) [Fig. 3].

Partant des systèmes traditionnels (*référence*), les nouveaux systèmes sont élaborés par l'incorporation progressive, organisée et contrôlée de facteurs de production plus performants ; la construction des matrices obéit à des règles précises, qui permettent la hiérarchisation et l'interprétation des effets directs et cumulés des composantes des systèmes au cours du temps. Les matrices et les fermes de référence sont des lieux d'action, de création de l'innovation et de formation ; elles constituent un laboratoire de veille précieux pour les scientifiques, et un vivier de systèmes de culture diversifiés

(SCV de production exclusive de grains, ou intégrant l'élevage, ou l'élevage plus l'arbre dans le paysage cultivé) [Fig. 4].

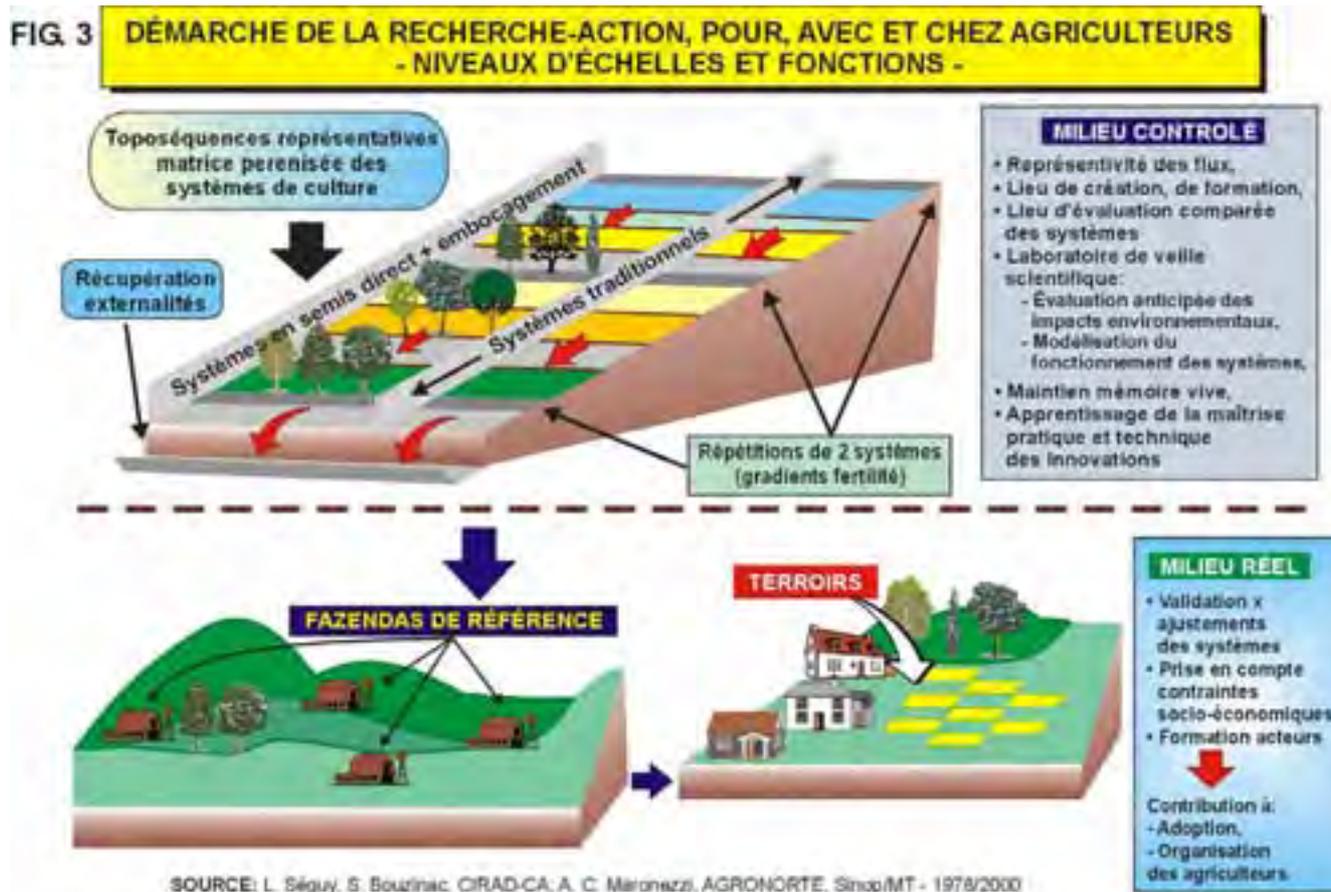
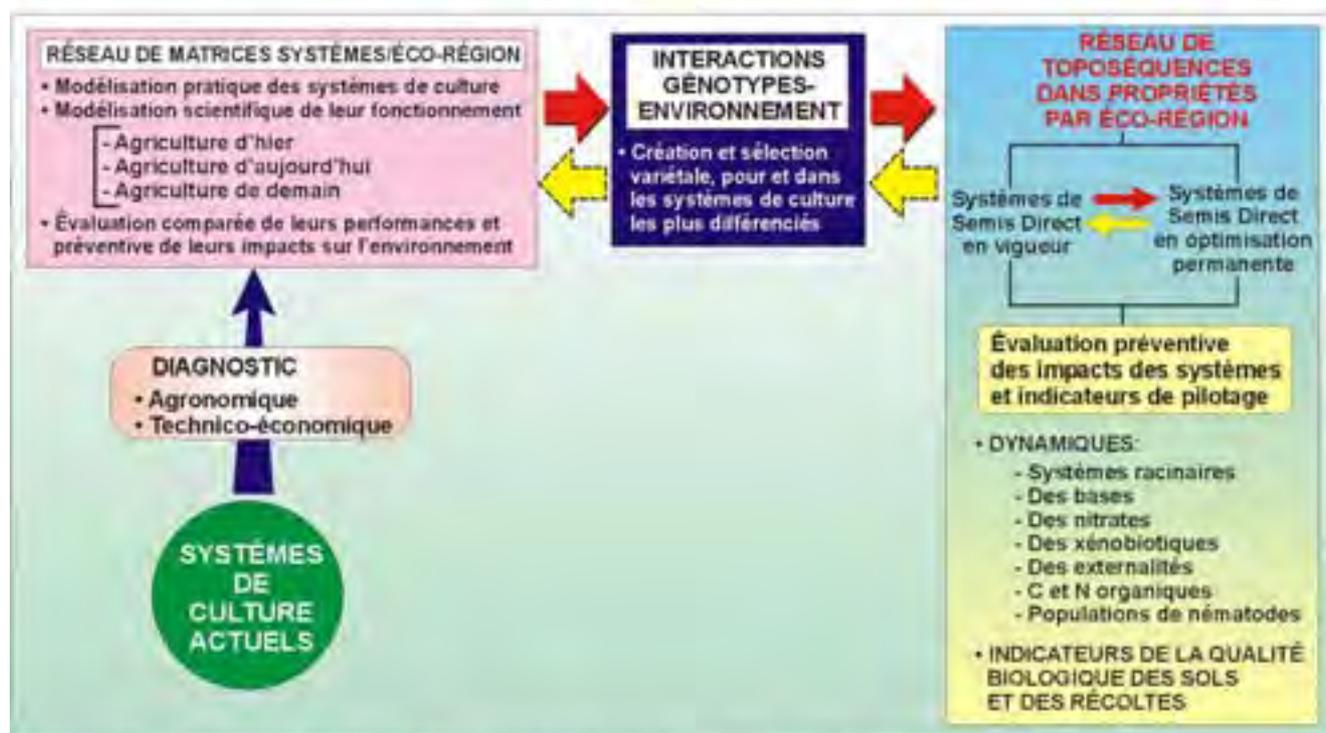


FIG. 4

MÉTHODOLOGIE D'INTERVENTION DE LA RECHERCHE-ACTION POUR, AVEC ET CHEZ LES AGRICULTEURS



Au plan mondial, avec ces méthodes de Recherche-Action et ses nombreux partenaires du Sud et du Nord, le CIRAD développe un important réseau de recherches pour adapter ces techniques conservatoires au plus large éventail possible d'éco-régions de la planète avec l'appui des bailleurs de fonds français (AFD, FFEM, MAE) et européens.

Les systèmes SCV, qui fonctionnent à l'image de l'écosystème forestier dont ils sont inspirés, ont été perfectionnés au cours du temps aux plans écologique, agronomique et technico-économique. Ils offrent, aujourd'hui, toutes les garanties de l'agriculture durable : de plus en plus productifs (*plus de 28-30 t/ha de phytomasse sèche annuelle*), avec de moins en moins d'intrants chimiques, ils sont tous construits sur une reconquête de la biodiversité : rotations de cultures (*soja, riz, coton et cultures de succession*), intégration agriculture - élevage, sols toujours protégés sous couvertures mortes et/ou vivantes, biologiquement très actifs, qui séquestrent efficacement le carbone, favorisent la rétention des nutriments (*CEC plus élevée*) et fonctionnent en circuit fermé comme la forêt (*recyclage profond des bases et nitrates, injection de carbone en profondeur, utilisation de la réserve hydrique profonde*). La ZTH du Mato Grosso est devenue championne de productivité du Brésil pour le soja, le riz pluvial et le coton de haute technologie [Fig. 5, 6, 7, 8 et 9].

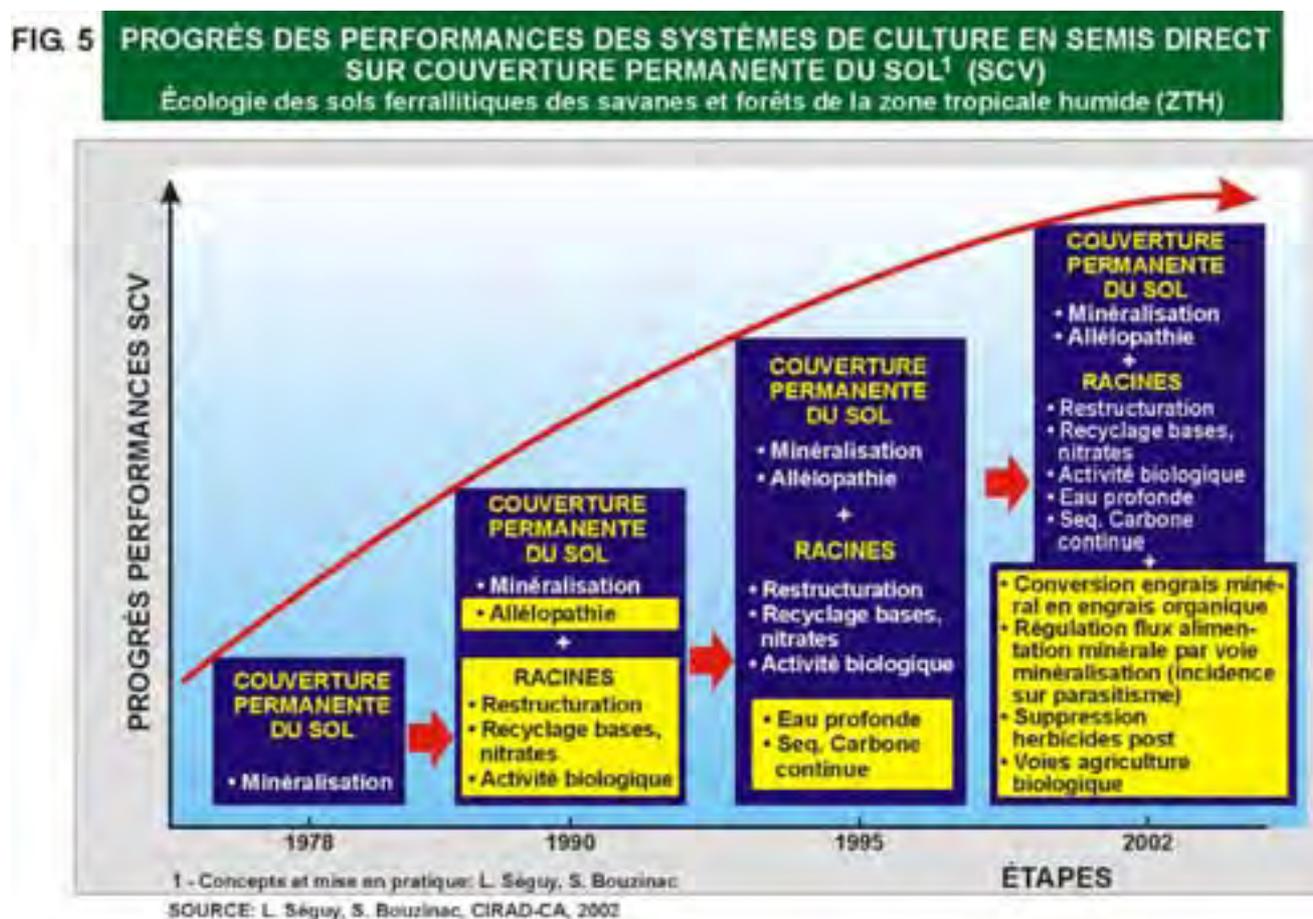


FIG. 6 ÉVOLUTION DE L'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES AGRONOMIQUES DES BIOMASSES DE COUVERTURE DU SOL, "POMPES BIOLOGIQUES", DANS LES SYSTÈMES DE CULTURE EN SEMIS DIRECT DE PRODUCTION DE GRAINS ET INTÉGRANT AGRICULTURE ET ÉLEVAGE



FIG. 7 CONSTRUCTION DES SYSTÈMES DE CULTURE EN SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE VÉGÉTALE PERMANENTE (SCV) - Étapes et progrès sur 20 ans, en zone tropicale humide (ZTH)

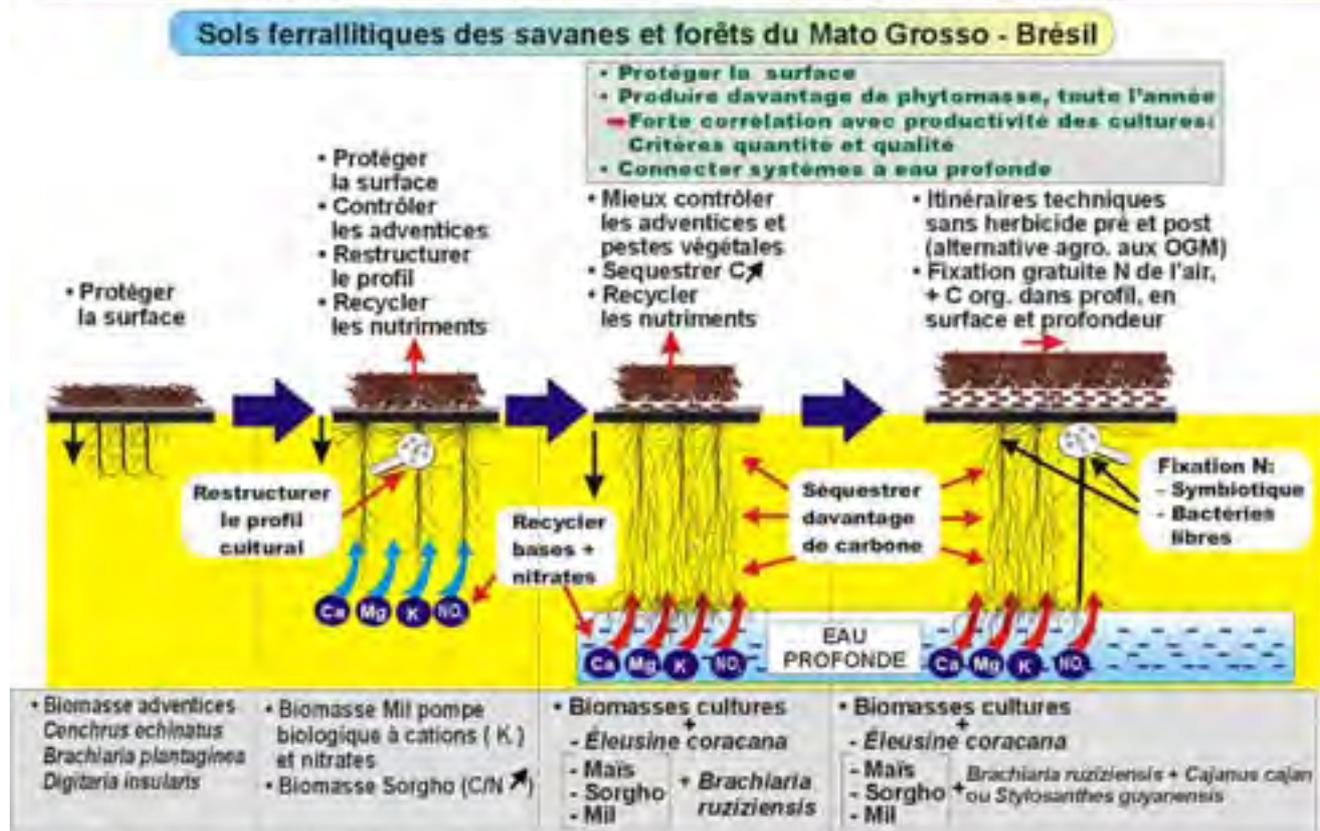
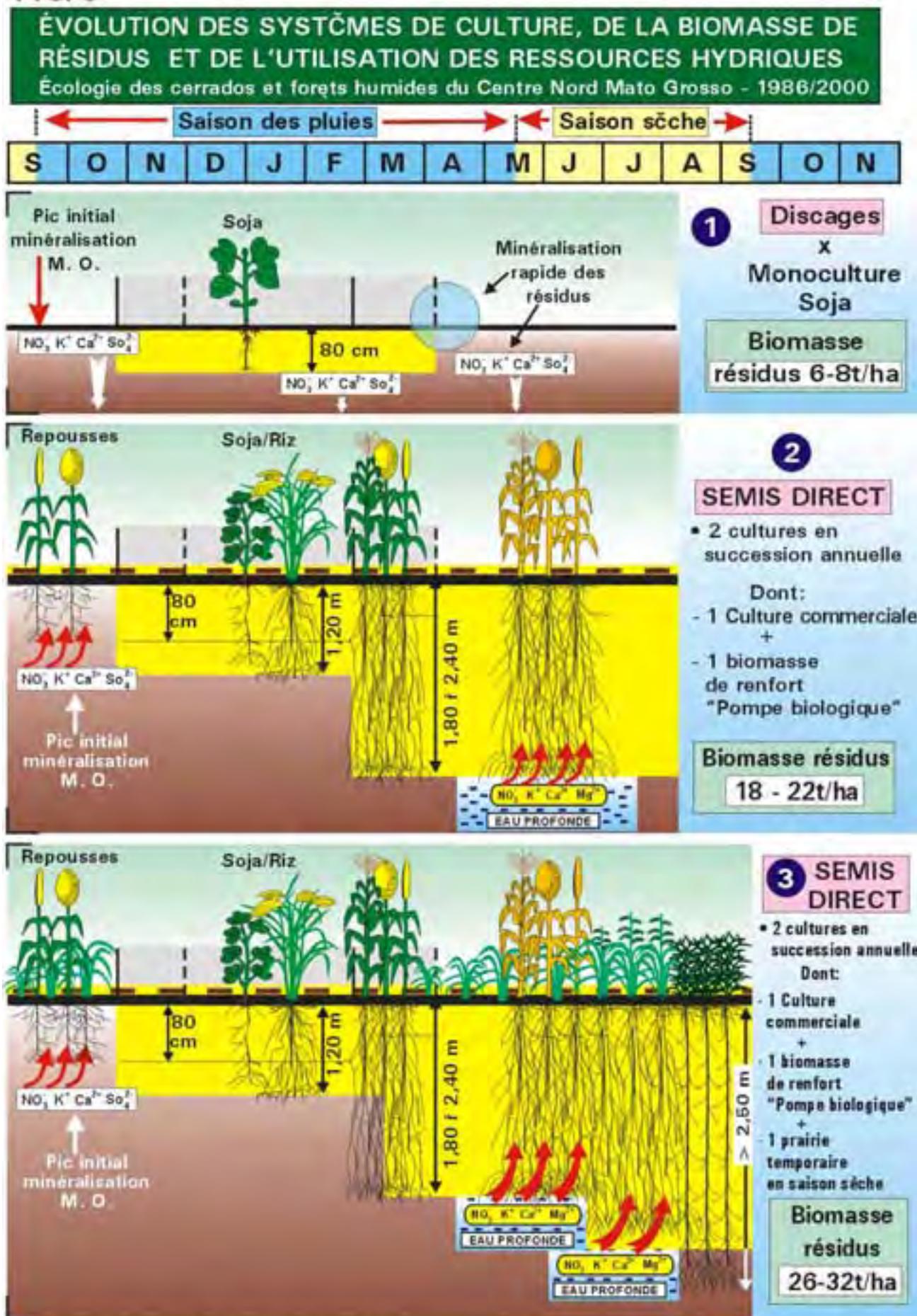


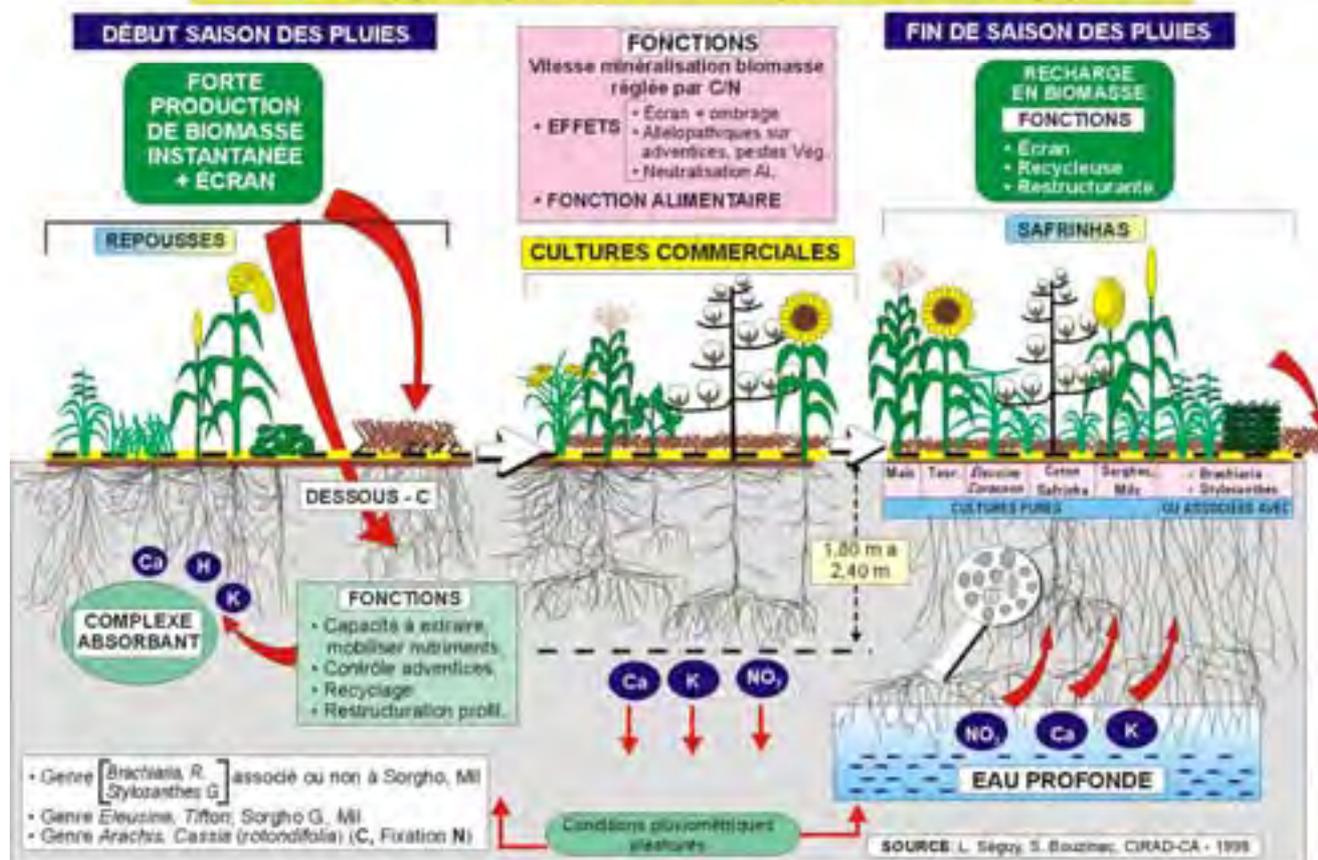
FIG 8



SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. Maronezzi, Agronorte - Sinop/MT - 2001

FIG. 9 SYSTÈMES DE CULTURE DIVERSIFIÉS DE LA ZTH, EN SEMIS DIRECT

→ Intégration: Productions alimentaires, industrielles et élevage



Impacts des SCV sur les perspectives de production : des rendements triplés en 15 ans pour le soja et le riz pluvial, et des rendements records pour le coton, nouvelle culture de la ZTH.

- **La productivité du soja**, principale culture de la région Centre Nord du Mato Grosso, est passée de 1.700- 2.000 kg/ha en 1986 à plus de 4.500 kg/ha à partir de l'année 2000 [Fig. 10].

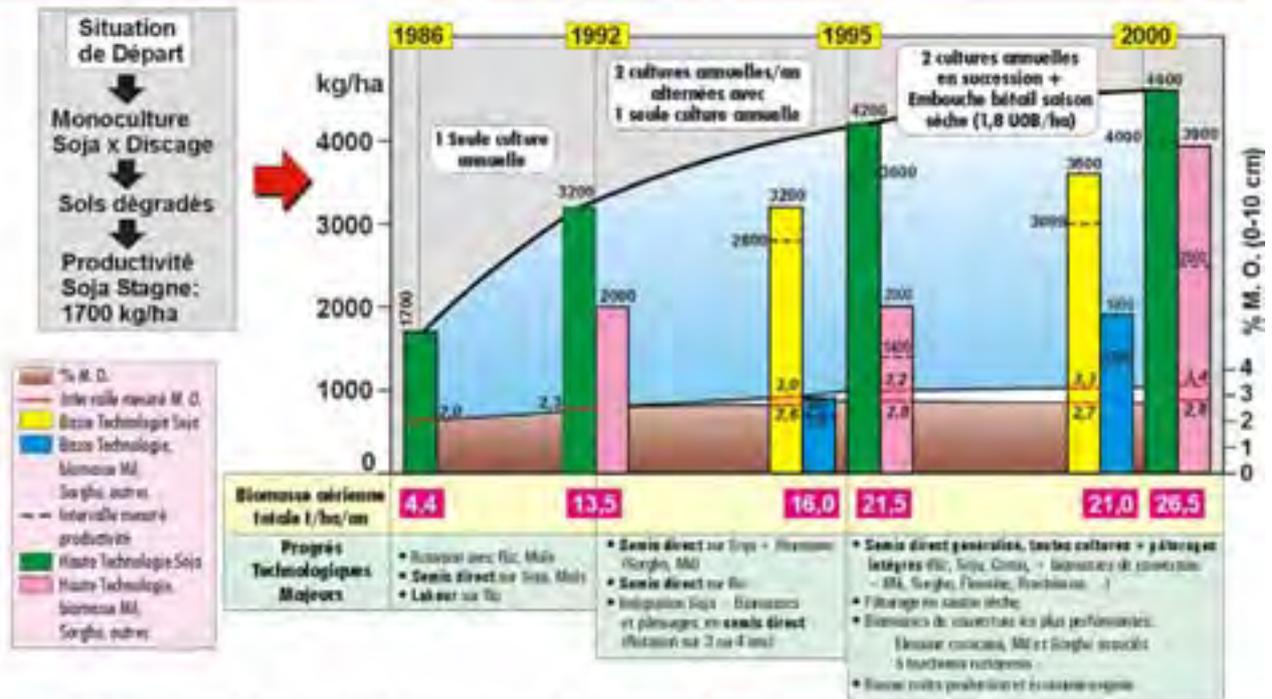
Les résultats de recherche du CIRAD montrent que les rendements de soja sont étroitement corrélés à la quantité et à la qualité de la biomasse de graminées qui sert de couverture morte ou vivante (*couverture morte* : maïs, sorgho, mil, associés à *Brachiaria ruz.* ; *Eleusine cor.* ; *couverture vivante* : *Cynodon d.*) [Fig. 11].

En présence d'un très faible niveau de fumure minérale de 40 P₂O₅ + 40 K₂O/ha, qui met en évidence la capacité du sol à produire par voie organo-biologique, les gains de productivités des meilleurs SCV par rapport au système « monoculture x discages » s'accroissent tous les ans, quel que soit le cycle de la variété utilisée : de 12-15% en 1^o année à 45-52% en 5^o année ; le gain moyen annuel de rendement en faveur des SCV, sur 5 ans, est de plus de 700 kg/ha [Fig. 12].

Sur ce très faible niveau de fumure, dès la 3^o année, les productivités de soja sur les meilleurs SCV vont de 3.100 kg/ha pour les cycles courts à plus de 3.500 kg/ha pour les cycles moyens. Quel que soit le cycle du soja, le rendement moyen sur 5 ans du soja est plus élevé sur les meilleurs SCV avec fumure faible (40 P₂O₅ + 40 K₂O/ha) que sur le système « monoculture x discages » avec fumure double (80 P₂O₅ + 80 K₂O/ha), et voisine de celle obtenue sur ce même système travaillé avec fumure non limitante (160 P₂O₅ + 110 K₂O/ha) [Fig. 13, 14 et 15].

FIG. 10

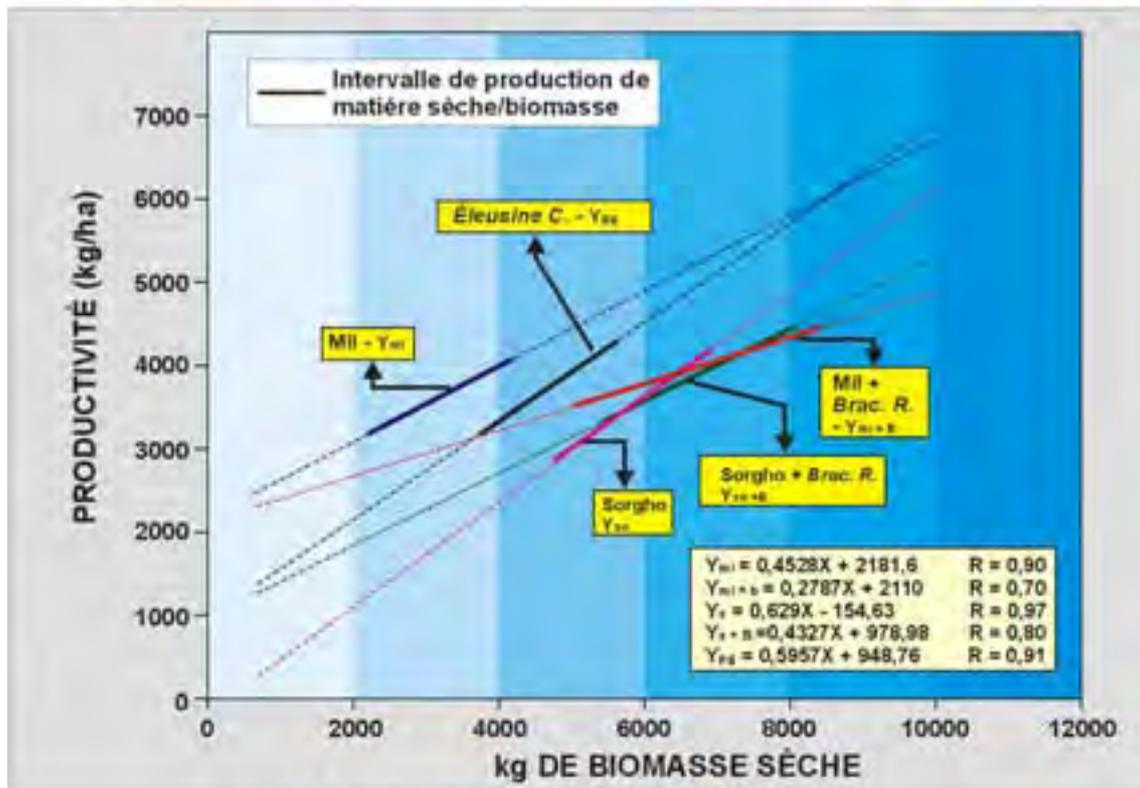
TENDANCES D'ÉVOLUTION DES PERFORMANCES DE LA CULTURE DE SOJA DANS LES SYSTÈMES DE CULTURE DURABLES, CRÉÉS PAR LA RECHERCHE ET CONSÉQUENCES SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE AÉRIENNE ET LE TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL -
 Sols ferrallitiques oxydés et hydratés sur roche acide des fronts pionniers du Centre Nord du Mato Grosso -
 - Écologies des cerrados et forêts humides -



SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; M. Matsubara, Faz. Progresso; A. Trentini, Cooperlucas; A. C. Maronazzi, Agronorte - MT, 1986/2000

FIG. 11

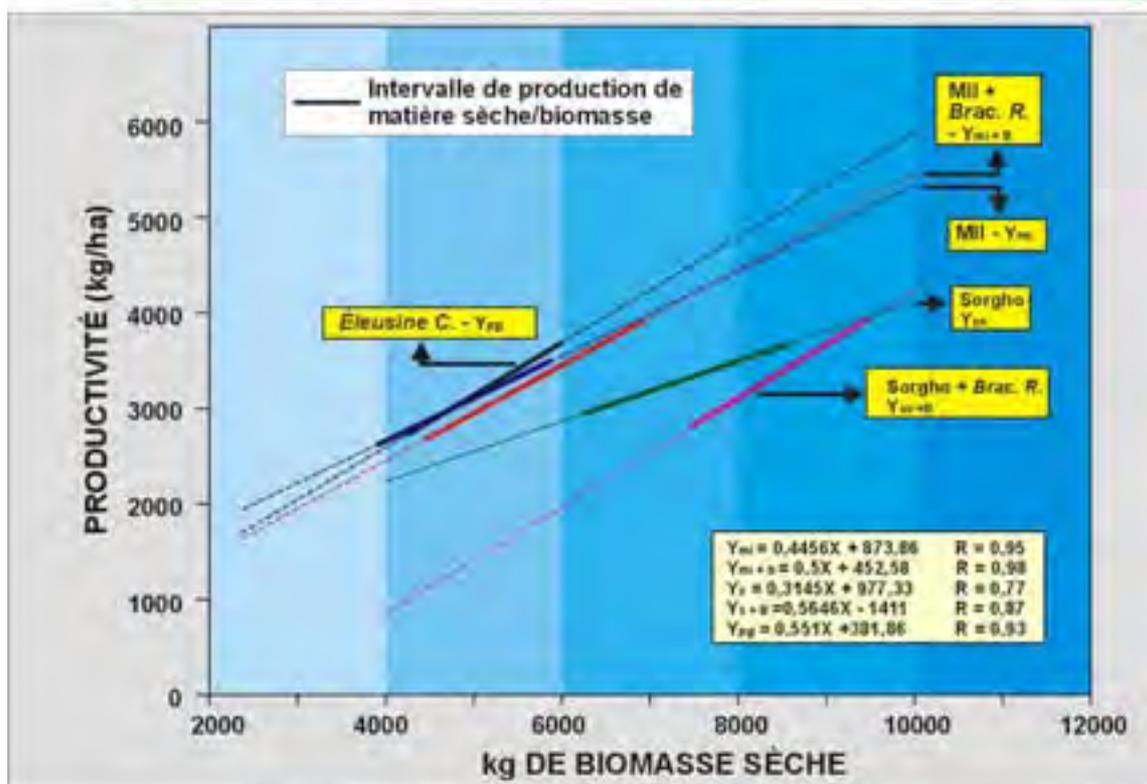
REGRESSIONS ENTRE LA QUANTITÉ ET LA NATURE DE LA BIOMASSE SÈCHE ET LA PRODUCTIVITÉ DU SOJA DE CYCLE MOYEN (FT 114) SUR 3 ANS DE SEMIS DIRECT - (1997/2000) - AGRONORTE - SINOP/MT, 2000



(1) 6 Répétitions/niveau de fumure/an

SOURCE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA, Maronazzi A., Lucas G. L., Blandi M., AGRONORTE - Sinop/2000

FIG. 12 REGRESSIONS¹ ENTRE LA QUANTITÉ ET LA NATURE DE LA BIOMASSE SÈCHE ET LA PRODUCTIVITÉ DU SOJA DE CYCLE INTERMÉDIAIRE (CV. *Conquista*) SUR 3 ANS DE SEMIS DIRECT - (1997/2000) - AGRONORTE - SINOP/MT, 2000



(1) 6 Répétitions/niveau de fumure/an

SOURCE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA, Maronzi A., Lucas G. L., Bianchi M., AGRONORTE - Sinop/2000

FIG. 13 ÉVOLUTION SUR 5 ANS DE LA PRODUCTIVITÉ DE SOJA, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE
Sols ferrallitiques de l'écologie des forêts humides du Centre Nord Mato Grosso - Sinop/MT - 1997/2002

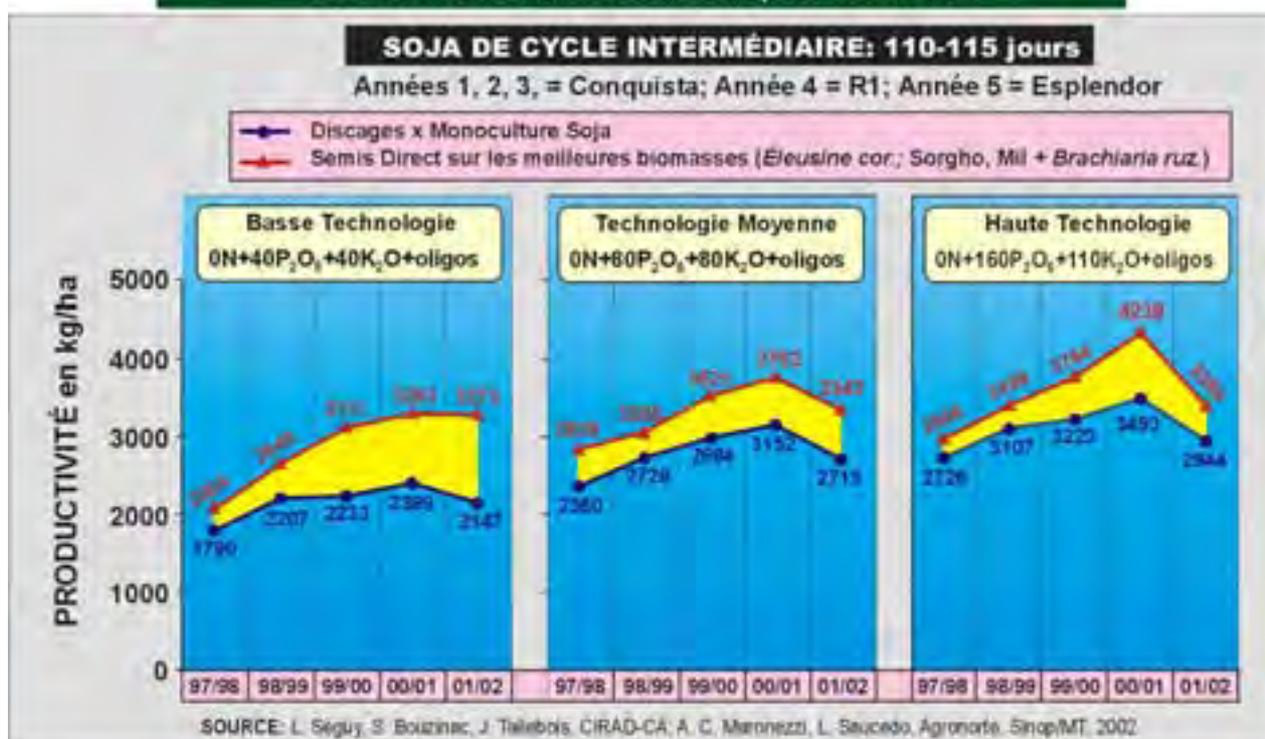


FIG 14 ÉVOLUTION SUR 5 ANS DE LA PRODUCTIVITÉ DE SOJA, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE
Sols ferrallitiques de l'écologie des forêts humides du Centre Nord Mato Grosso - Sinop/MT - 1997/2002

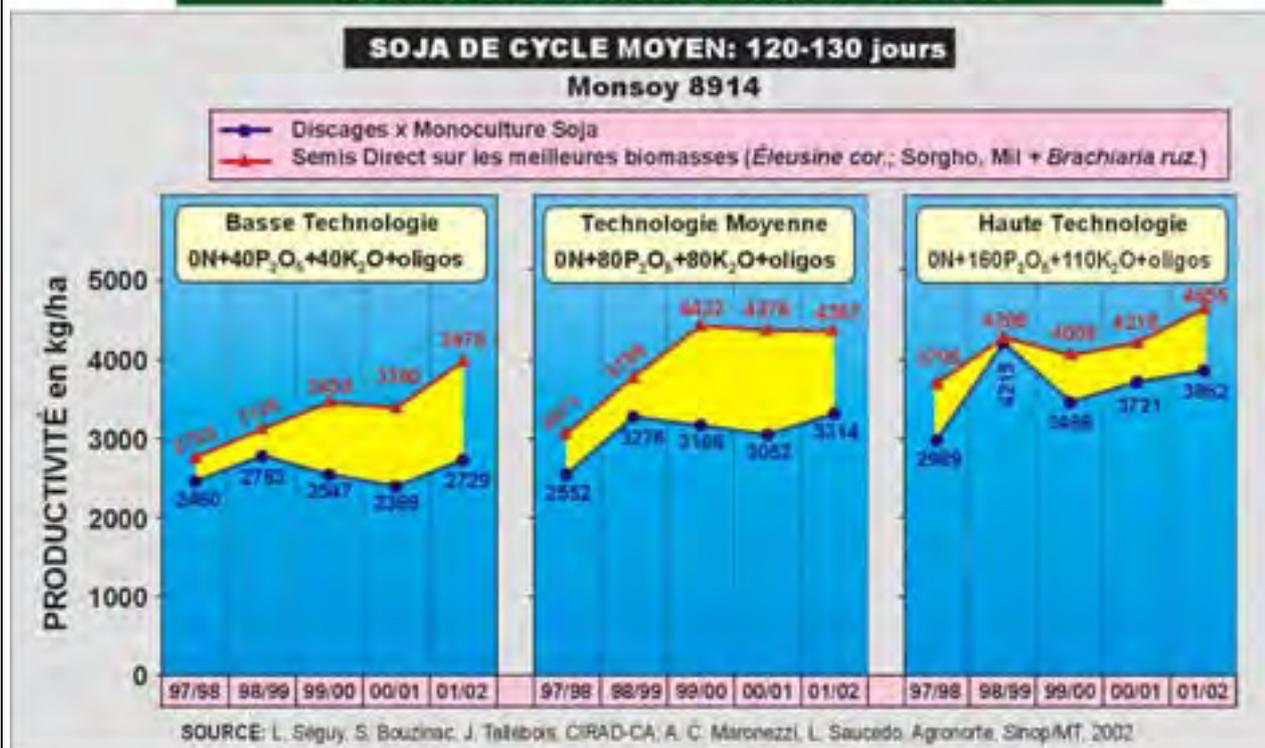
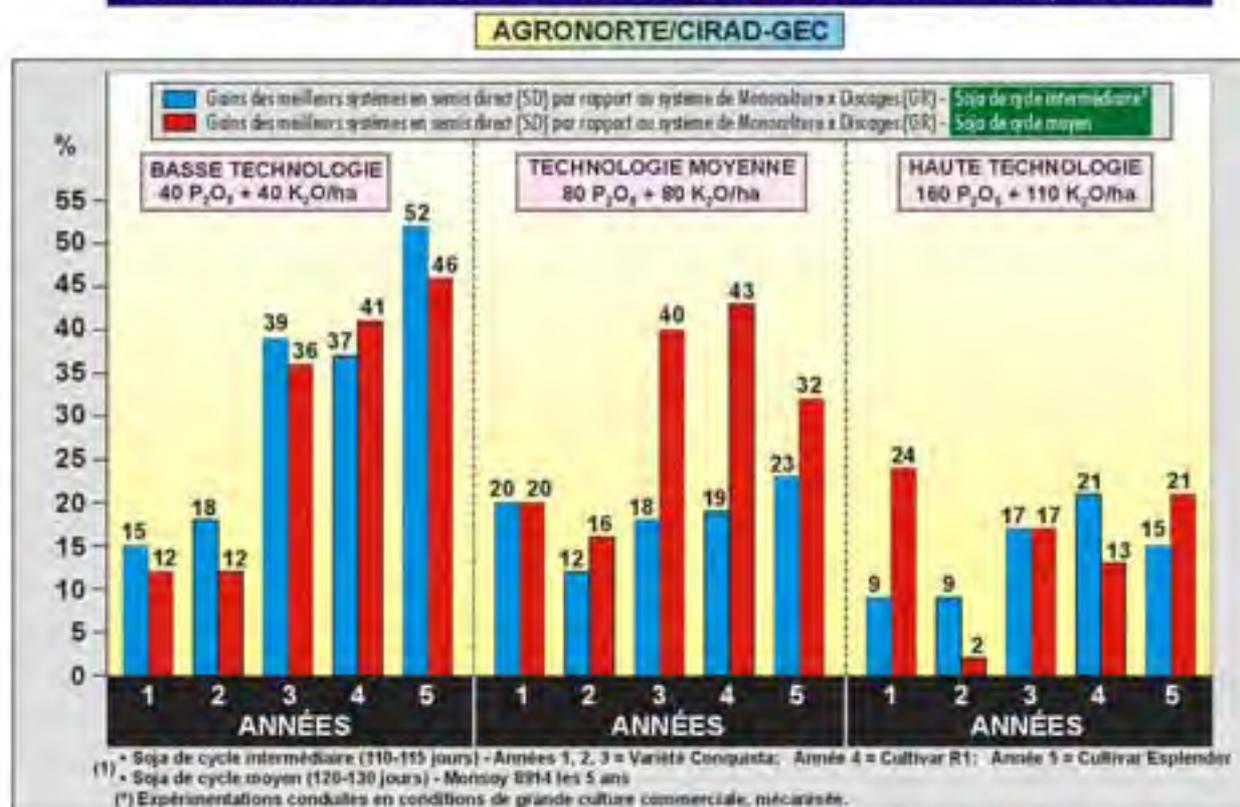


FIG 15 ÉVOLUTION DES GAINS DE PRODUCTIVITÉ DU SOJA⁽¹⁾, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE ET DU NIVEAU TECHNOLOGIQUE
Sols ferrallitiques de l'écologie des forêts humides du sud de l'Amazonie - Sinop/MT - 2002



Avec la fumure moyenne ($80 P_2O_5 + 80 K_2O/ha$), la plus utilisée dans la région, les cultivars de soja de cycle moyen, à fort potentiel, expriment une productivité croissante avec le temps sur les meilleurs SCV, qui produisent, sur 5 ans, de 16 à 40% de plus que sur le système travaillé en monoculture ; leur rendement dépasse 4.300 kg/ha dès la 3^e année de culture sur SCV ; les variétés de cycle court, de plus faible potentiel, offrent un gain annuel moyen de rendement sur SCV plus limité, de 516 kg/ha contre 934 kg/ha pour les cultivars de cycle moyen [Fig. 16].

Ces résultats font la preuve de la capacité croissante de production du sol par voie organo-biologique sous SCV, qui permet de produire plus et avec beaucoup moins d'engrais minéral, et suggèrent que le choix des meilleurs cultivars doit se faire pour et dans les meilleurs SCV (*justification des recherches sur l'optimisation des relations « Géotypes x Modes de gestion du milieu »*).

FIG. 16

SUR 5 ANS: RENDEMENTS MOYENS, GAINS DE RENDEMENTS CUMULÉS ET MOYENS EN FAVEUR DU SEMIS DIRECT SUR SOJA DE CYCLES INTERMÉDIAIRE ET MOYEN
Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du Centre Nord du Mato Grosso

CIRAD-CA/AGRONORTE - Sinop/MT - 2000

SOJA DE CYCLE INTERMÉDIAIRE 110-115 jours
Années 1, 2, 3, = Conquista; Année 4 = R1; Année 5 = Esplendor

Semis Direct sur les meilleures biomasses
(*Eleusine cor.*; Sorgho, Mil + *Brachiaria ruz.*)
Discages x Monoculture Soja

SUR 5 ANS		Basse Technologie	Technologie Moyenne	Haute Technologie
Rendements moyens (kg/ha)		2878	3304	3551
		2155	2788	3099
Gains cumulés de rendement en faveur du semis direct (kg/ha)		3613	2581	2263
Gain moyen annuel de rendement en faveur du semis direct	(kg/ha)	723	516	453
	Sacs 60 kg	12	8,6	7,6

SOJA DE CYCLE MOYEN: 120-130 jours - MONSOY 8914

Semis Direct sur les meilleures biomasses
(*Eleusine cor.*; Sorgho, Mil + *Brachiaria ruz.*)
Discages x Monoculture Soja

SUR 5 ANS		Basse Technologie	Technologie Moyenne	Haute Technologie
Rendements moyens (kg/ha)		3344	4006	4185
		2584	3072	3651
Gains cumulés de rendement en faveur du semis direct (kg/ha)		3800	4672	2668
Gain moyen annuel de rendement en faveur du semis direct	(kg/ha)	760	934	534
	Sacs 60 kg	12,7	15,6	8,9

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzihac, CIRAD-CA/SCV; A. C. Maronezzi, AGRONORTE - Sinop/MT - 2002

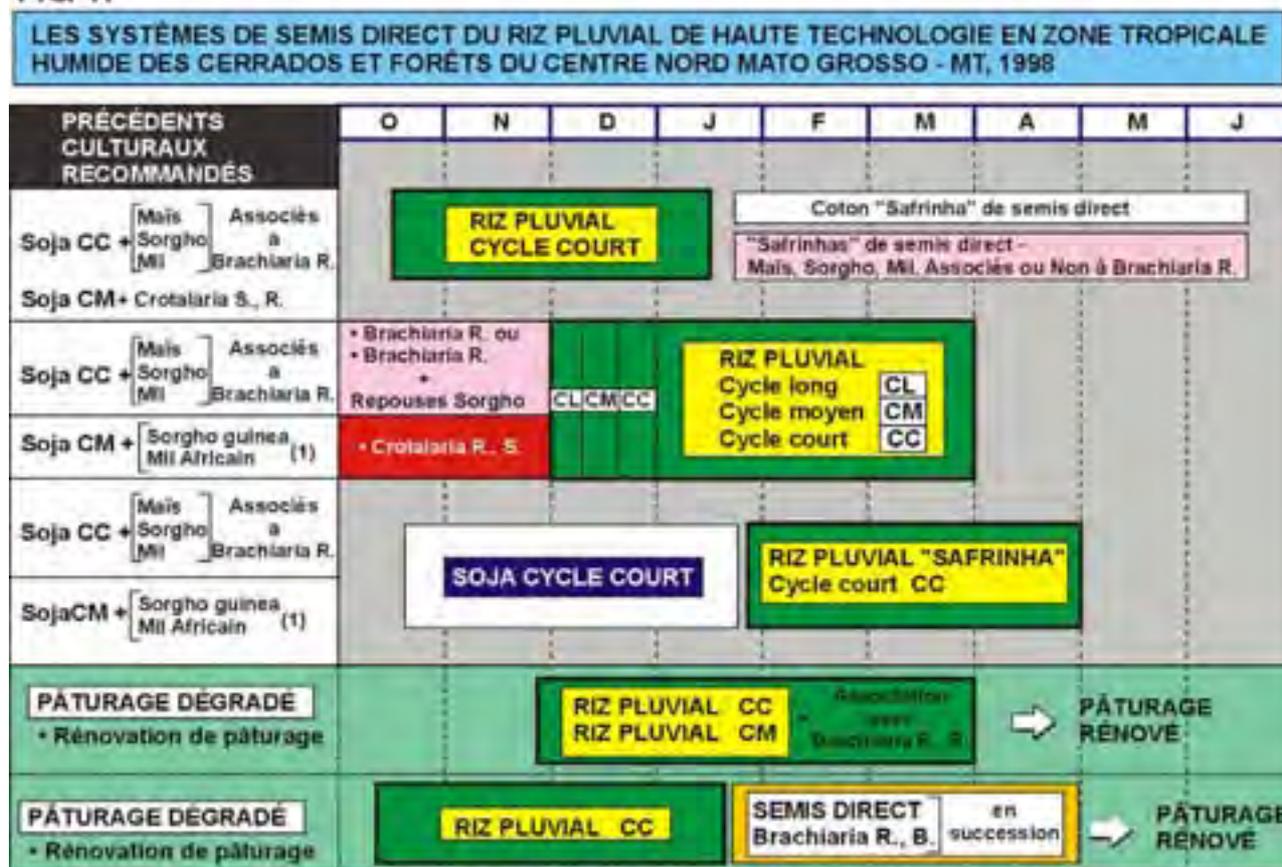
- La productivité du riz pluvial est passée dans la région de 1.800-2.000 kg/ha en 1986 à plus de 8.000 kg/ha en 2000 (avec record à 8.500 kg/ha en grande culture à Campo Novo dos Parecis en

1998/99), accompagnée d'une véritable révolution sur la qualité du grain, qui est aujourd'hui égale, voire supérieure à celle des meilleures variétés irriguées [Fig. 19].

Comme pour la culture de soja, les gains de rendements annuels en faveur des meilleurs SCV, sur 5 ans, vont de 23 à plus de 43% ; la productivité du riz est étroitement corrélée à la quantité et à la qualité de la biomasse produite à partir d'associations entre des graminées qui ont les systèmes racinaires restructurants les plus puissants (*Eleusine coracana* ; maïs ou sorgho ou mil associés à *Brachiaria ruziziensis*), et des légumineuses à enracinement profond, fixatrices d'azote (*Crotalaria sp.*, *Cajanus cajan*, *Stylosanthes guyanensis*) [Fig.17 et 18].

La création de variétés et d'hybrides riz pluvial s'est faite pour et dans les meilleurs SCV ; le meilleur matériel génétique, très diversifié au plan commercial (*des riz longs à très longs fins, à grains aromatiques ou non, à teneurs variables en amylose*), montre un potentiel de production voisin de 9.000 kg/ha dans les SCV pluviaux et très largement supérieur à 10.000 kg/ha en conditions irriguées (*Arari - Maranhão*). Leurs aptitudes pluviales, adaptées à des déficits hydriques et leur résistance stable aux maladies leur confèrent une place d'élection aussi bien dans les SCV pluviaux de la ZTH qu'en conditions irriguées par aspersion en régions peu ou pas pluvieuses, et que dans les bas-fonds et périmètres rizicoles à mauvaise maîtrise de l'eau (*aménagements dégradés*), comme le montrent les résultats obtenus à Madagascar, en Asie (*Cambodge, Laos*) et en Colombie (*El Aceituno*).

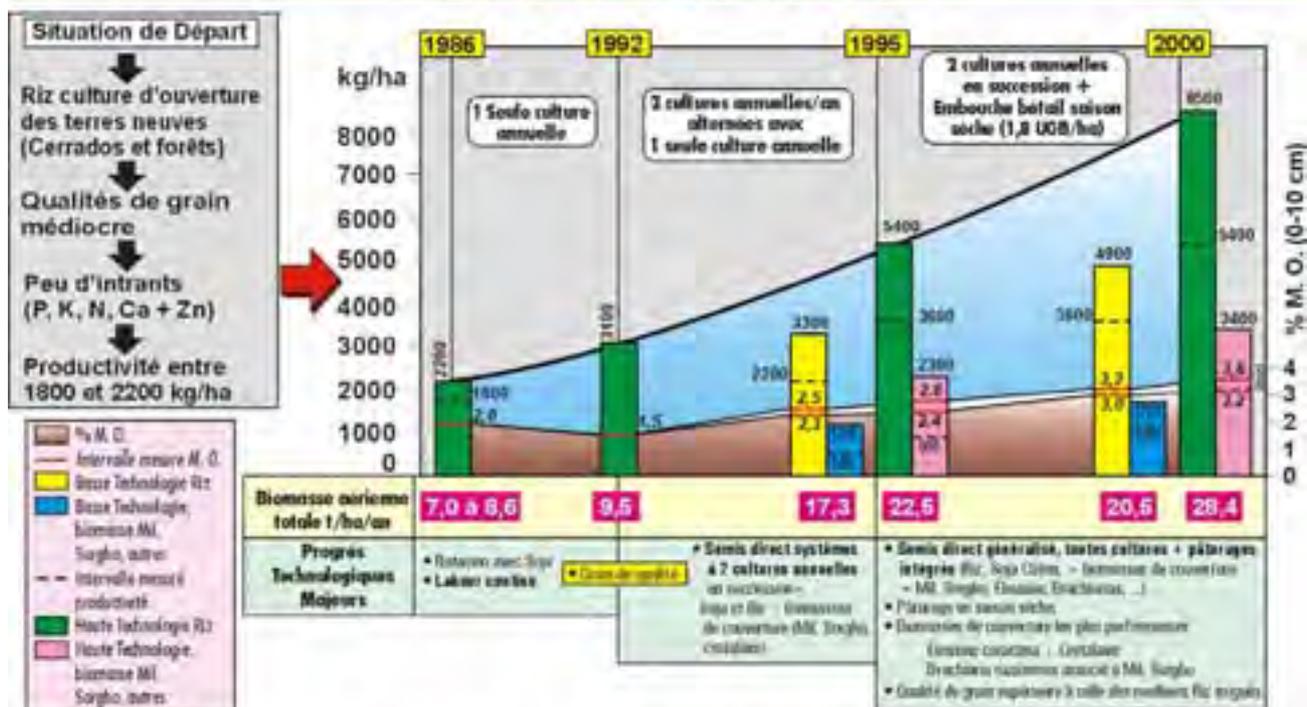
FIG. 17



SOURCE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA; Maronezzi A. C., AGRONORTE; Kerber A., PRÉFECTURE SINOP - MT, 1998.
(1) - Forte biomasse

FIG. 18

TENDANCES D'ÉVOLUTION DES PERFORMANCES DE LA CULTURE DE RIZ PLUVIAL DANS LES SYSTÈMES DE CULTURE DURABLES CRÉÉS PAR LA RECHERCHE ET CONSÉQUENCES SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE AÉRIENNE ET LE TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL -
Sols ferrallitiques oxydés et hydratés sur roche acide des fronts pionniers du Centre Nord du Mato Grosso -
- Écologies des cerrados et forêts humides -

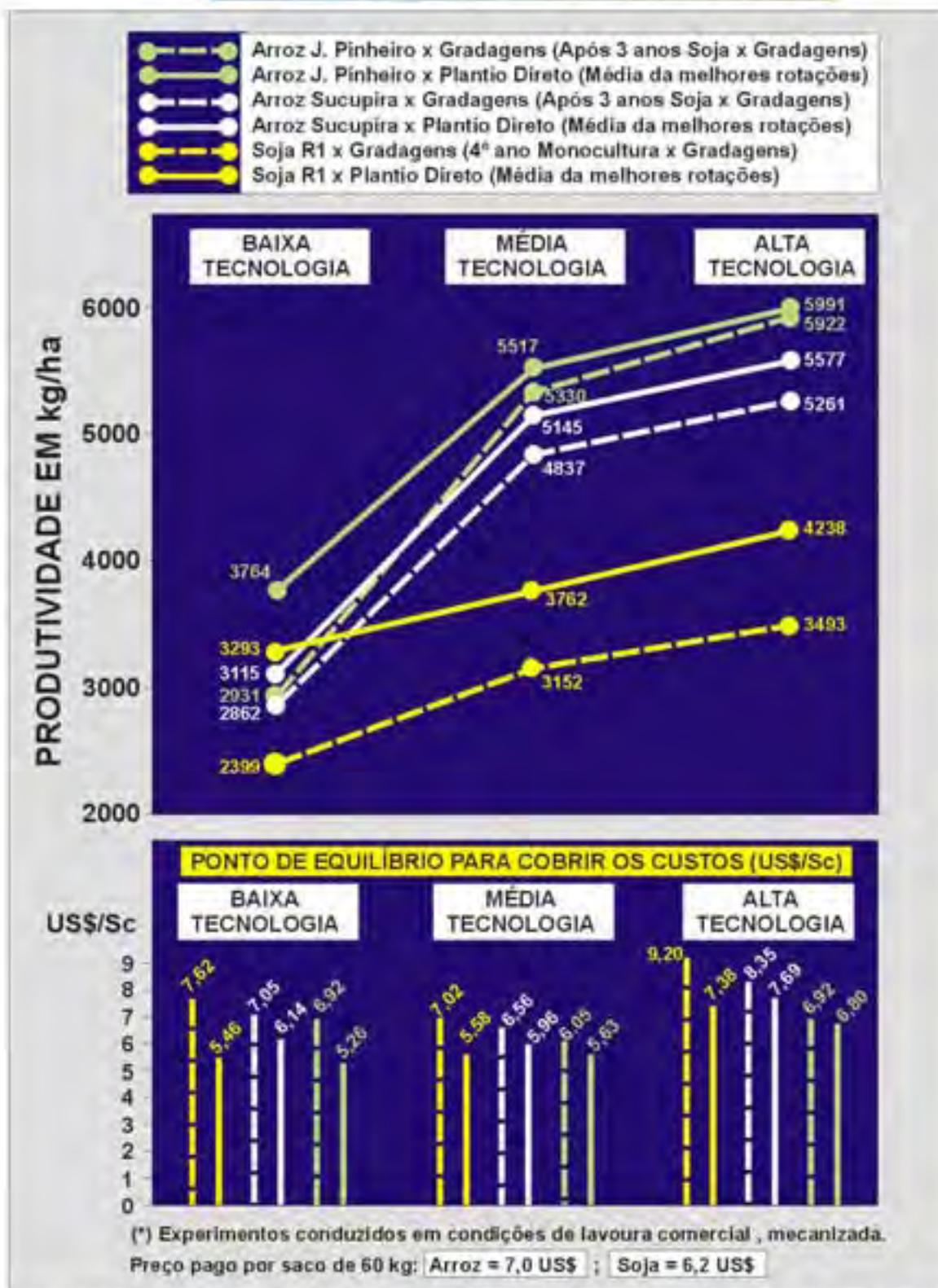


SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; M. Matsubara, Faz. Progresso; A. Tierfili, Cooperlucas; A. C. Maronezzi, Agronorte - MT, 1986/2000

FIG.19

RESPOSTA DAS CULTURAS DE SOJA E ARROZ AGULHINHA EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO E DO NÍVEL TECNOLÓGICO
 Latossolos da Ecologia de florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso

AGRONORTE/CIRAD-GEC - Sinop-MT - 2000/2001



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, AGRONORTE - Sinop/MT, 2001

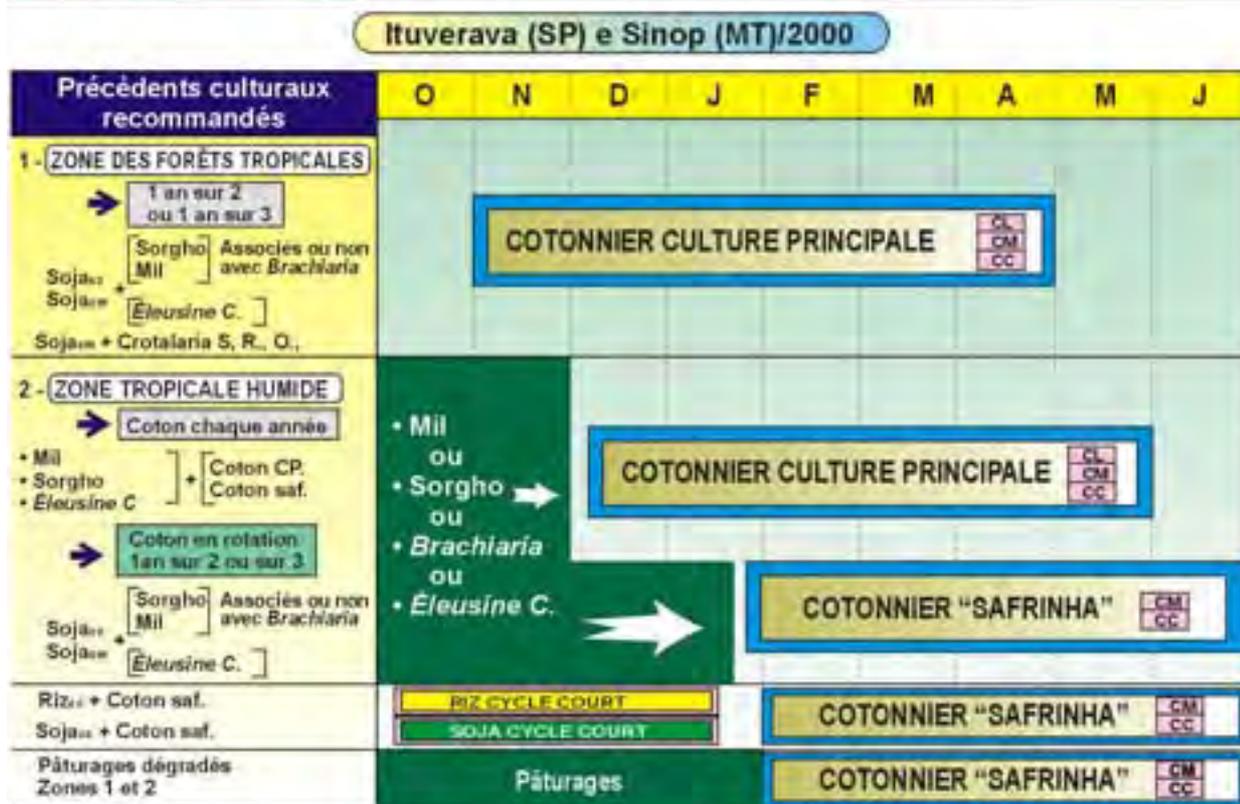
- La culture cotonnière est la nouvelle grande culture des Cerrados de la ZTH :

Le Mato grosso est devenu le premier producteur du Brésil en 3 ans (1998 – 2001), avec une production de plume supérieure à 300.000 tonnes en 2001.

Les recherches conduites par le CIRAD avec ses partenaires brésiliens (*MAEDA, COODETEC et UNICOTTON*) ont bénéficié d'acquis antérieurs du CIRAD, établissant les règles de conduite de la culture cotonnière en semis direct qui ont été élaborées dans les régions moins pluvieuses (1000-1600 mm) du Sud de l'état de Goiás et du Nord de l'état de São Paulo entre 1994 et 1999 [Fig. 20] .

FIG. 20

LES SYSTÈMES DE CULTURE DU COTONNIER, EN SEMIS DIRECT, DANS LA RÉGION DES FORÊTS TROPICALES DU SUD DE L'ÉTAT DE GOIÁS, MINAS GERAIS, NORD DE L'ÉTAT DE SÃO PAULO ET DANS LA RÉGION DES FORÊTS ET CERRADOS HUMIDES DU MATO GROSSO -



SOURCE: Séguy L., Boupiac S., CIRAD-CA; Maeda E., Maeda N., Ide M.A., Trentini A., Groupe Maeda, Maronezzi A., Agreorte - Ituverava (SP) e Sinop (MT)/2000

Elles mettent en évidence que la culture cotonnière à très fort niveau d'intrants chimiques n'est pas durable dans ses pratiques actuelles.

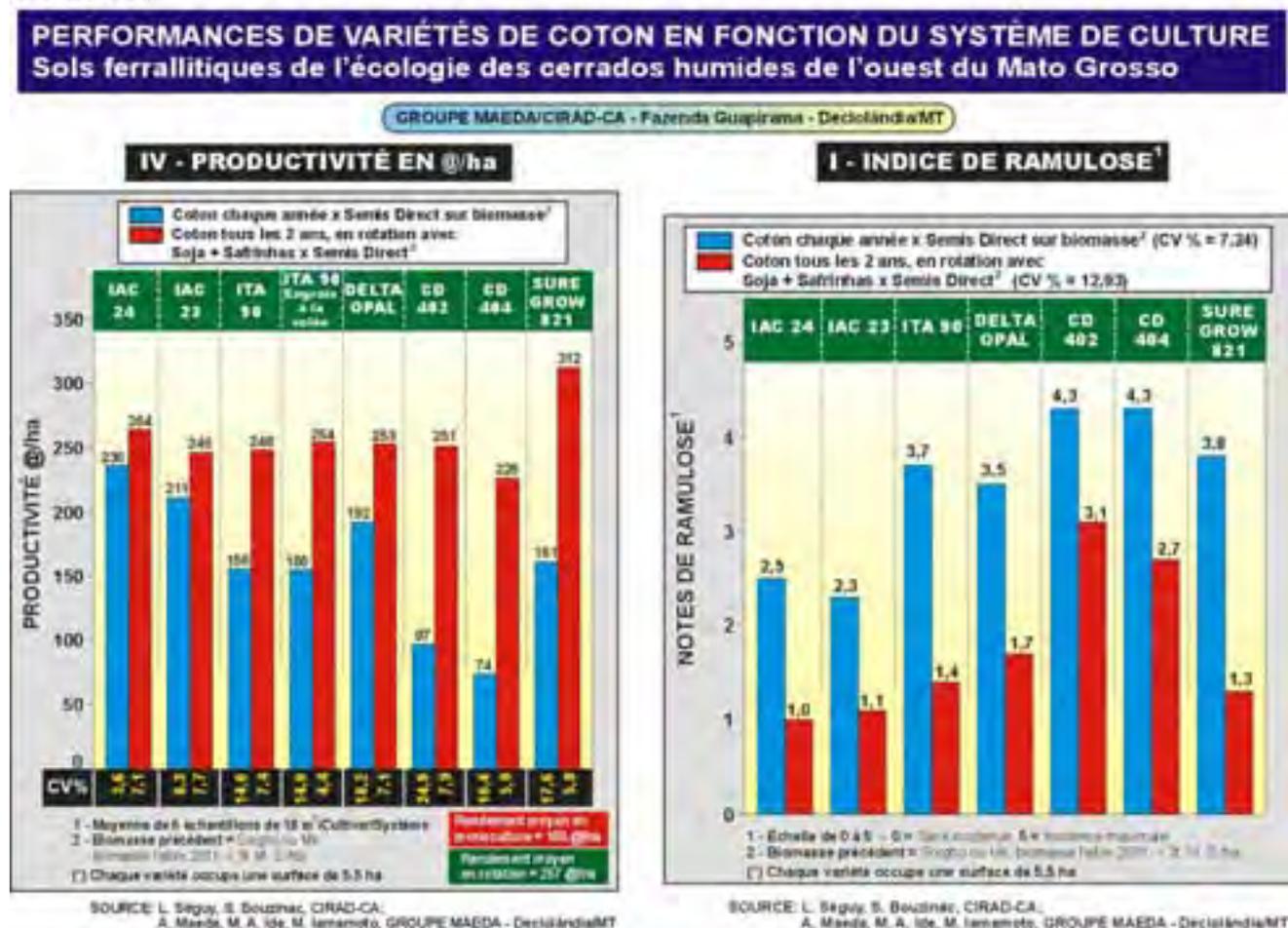
Les résultats de recherche les plus récents sur la gestion optimisée des sols et des cultures en SCV montrent que la productivité cotonnière peut être durable si, à la fois : un véritable semis direct est pratiqué (*contrôle chimique des repousses, semis direct des biomasses de couverture : sol jamais travaillé*), et maintenu dans le cadre de rotations diversifiées, très fortes pourvoyeuses de biomasse (*dessus et dans le sol*), où la culture cotonnière s'insère un an sur deux ou sur trois (*successions annuelles soja + maïs ou sorgho ou mil associés à Brachiaria ruz. ; soja + Eleusine cor.*) .

Cette gestion en SCV diversifiés, permet d'utiliser des niveaux d'intrants chimiques plus faibles (*amendements, engrais, pesticides*) et de maintenir des rendements de coton graine élevés, entre 3.500 et 5.000 kg/ha.

Les résultats obtenus ces 3 dernières années montrent que le choix des cultivars doit se faire en fonction de la qualité biologique des sols : variétés rustiques (*telles IAC 23 et 24*) sur forte pression

biologique négative (*monoculture*) , cultivars plus sophistiqués à haut potentiel et meilleure qualité de fibre dans le cadre des SCV diversifiés (*FIBERMAX 966, COODETEC 406 et 407, SURE GROW 821*) [Fig. 21].

FIG. 21

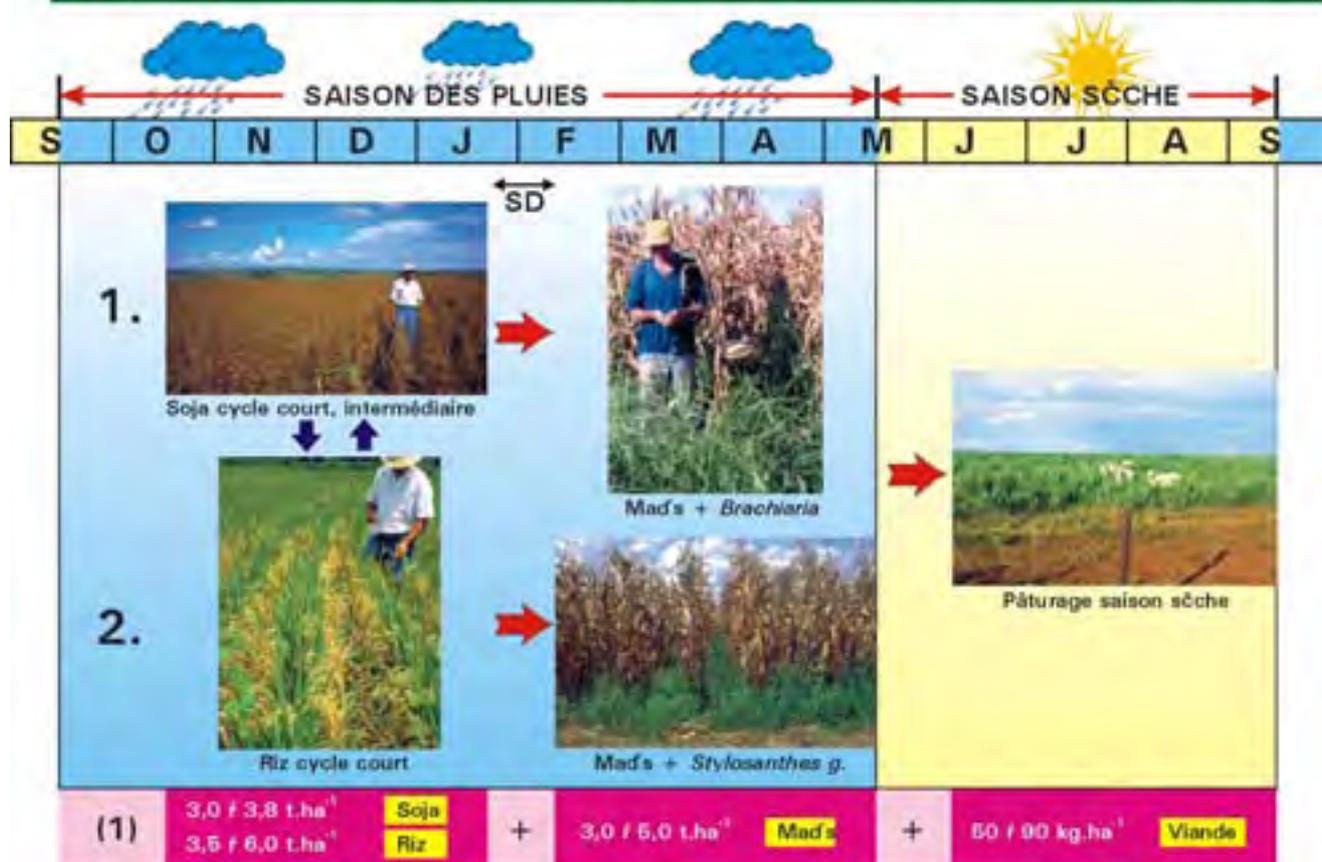


.Au total, en 15 ans, dans le cadre des recherches sur les SCV pratiquées en grande culture, la productivité totale par unité de surface des systèmes de culture qui se sont graduellement diversifiés, a considérablement avancé grâce aussi aux cultures de succession annuelles telles le maïs, le mil, le sorgho et l'Eleusine qui produisent entre 2.000 et 4.000 kg/ha, et le coton « safrinha » dont les rendements vont de 2.250 à plus de 3.000 kg/ha ; ces cultures de succession, appelées "safrinhas", sont pratiquées avec un minimum d'intrants ou sans intrants et peuvent être suivies d'embouche en saison sèche lorsque des cultures fourragères leurs sont associées (*cas du maïs, sorgho et mil*). Hormis le coton, si la valeur commerciale de ces cultures de succession est encore très sous-exploitée dans la région, elles peuvent toutefois servir à l'alimentation des animaux (bovins, porcs) en saison sèche et être converties avec profit en production de viande ou de lait. Les meilleurs systèmes de culture en semis direct permettent ainsi de produire aujourd'hui sur une année : 4.500 kg/ha de soja ou plus de 6.000 kg/ha de riz, suivis de 2.000 à 4.500 kg/ha de maïs ou sorgho ou mil ou Eleusine cor. et de 65 à 90 kg/ha de viande en saison sèche, ou encore 2.500 à 4.500 kg/ha de coton en rotation avec les systèmes précédents de production de grains + pâturage, selon le niveau d'intrants utilisé.

Ces avancées spectaculaires de la Recherche-Action participative n'ont pu être obtenues sur ces sols les plus pauvres du monde, et sous ce climat particulièrement agressif que grâce à l'optimisation concomitante de la gestion de la ressource sol et de celle des ressources génétiques sélectionnées pour et dans les SCV.

FIG. 22

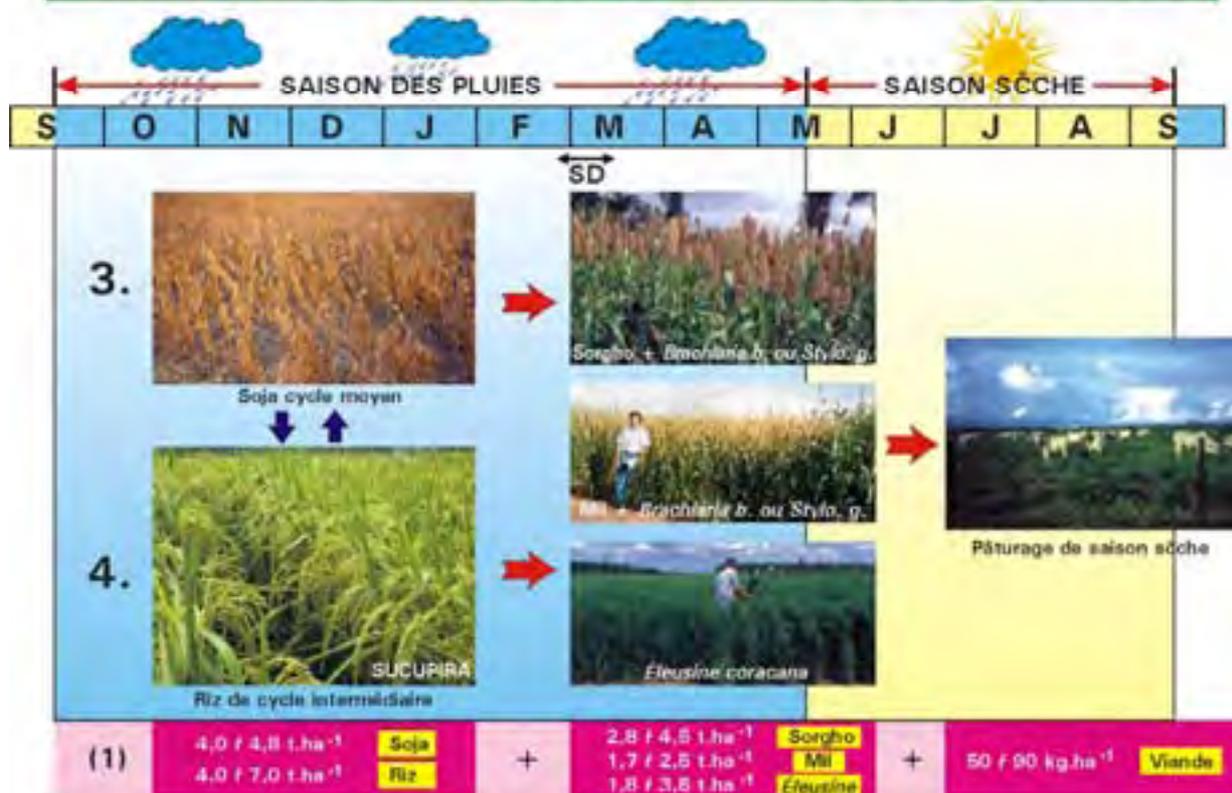
SEMIS DIRECT SUR COUVERTURES MORTES + VIVANTES



(1) Fonction niveau technologique - SD = Semis Direct

FIG. 23

SEMIS DIRECT SUR COUVERTURES MORTES + VIVANTES



(1) Fonction niveau technologique - SD = Semis Direct

FIG.24 SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE MORTE

→ ITINÉRAIRES TECHNIQUES 5 ET 6, EN ROTATION AVEC ITINÉRAIRES 1, 2, 3, 4

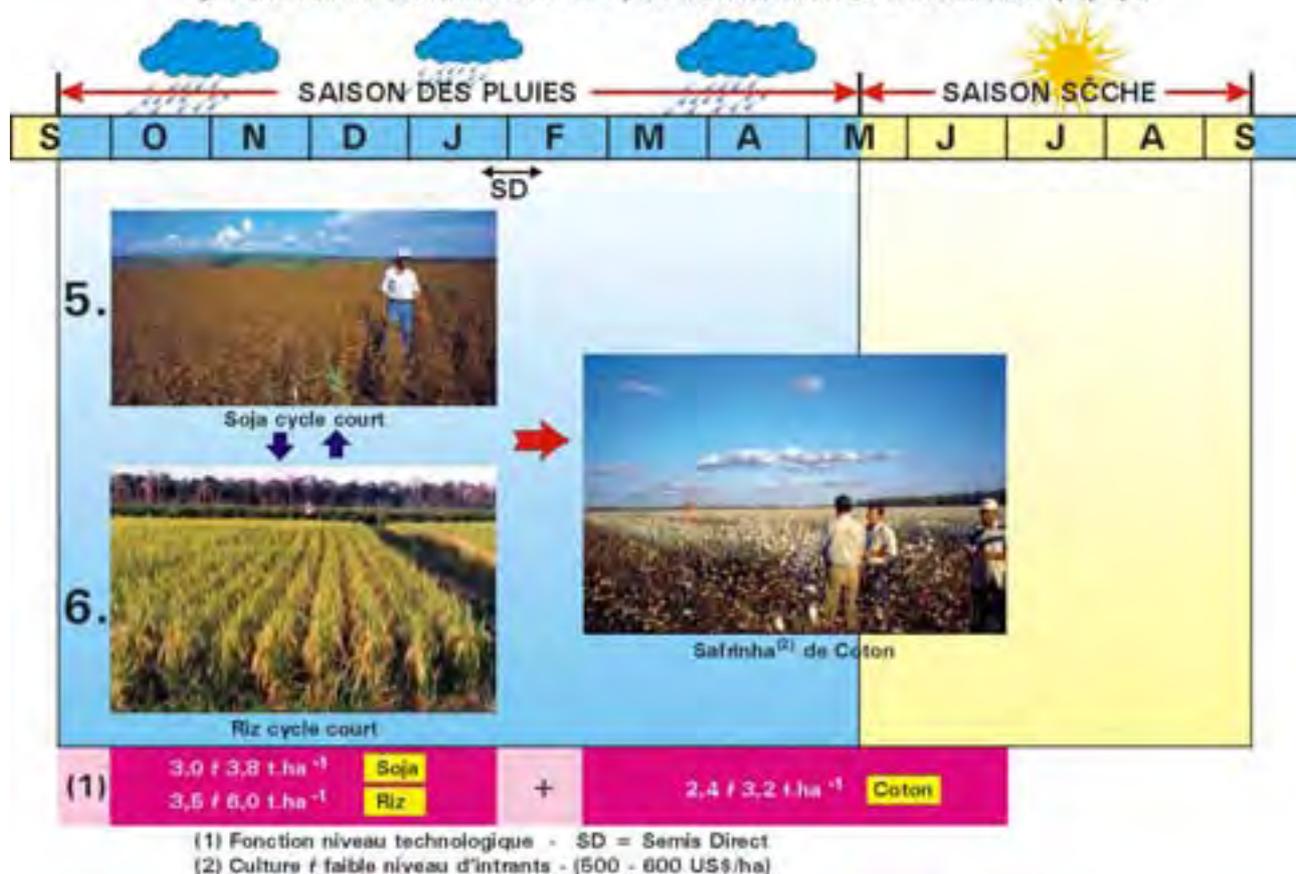


FIG. 25 SEMIS DIRECT SUR COUVERTURES VIVANTES PÉRENNES

→ SUCCESIONS ANNUELLES - PRODUCTION DE GRAINS, FIBRES + PÂTURAGE

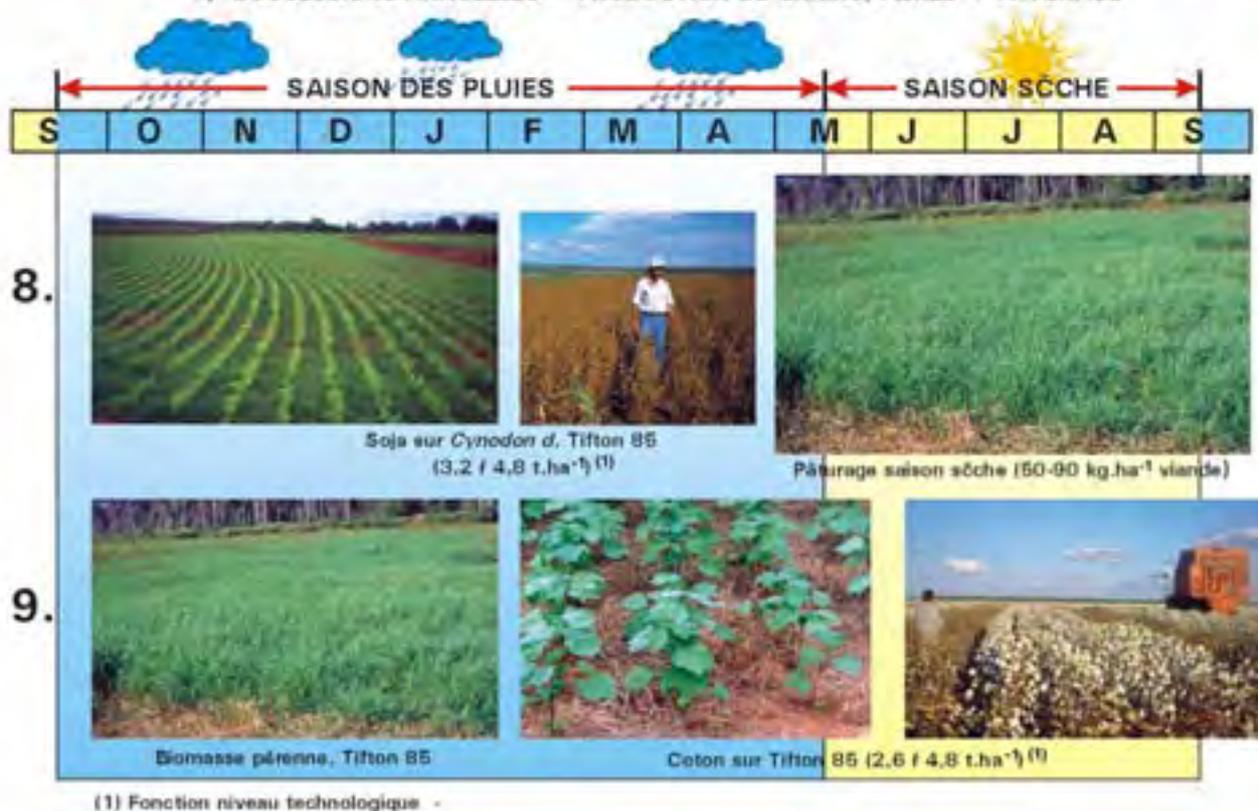


FIG 27

INTÉGRATION DE TOUTES LES CULTURES EN SEMIS DIRECT DANS DES SYSTÈMES DIVERSIFIÉS DE PRODUCTION EXCLUSIVE DE GRAINS OU INTÉGRÉS AVEC L'ÉLEVAGE

+

- **CRÉATION DE MATÉRIEL GÉNÉTIQUE DE HAUTE VALEUR AJOUTÉE**
Écologie des forêts et cerrados humides du Mato Grosso - MT/2000

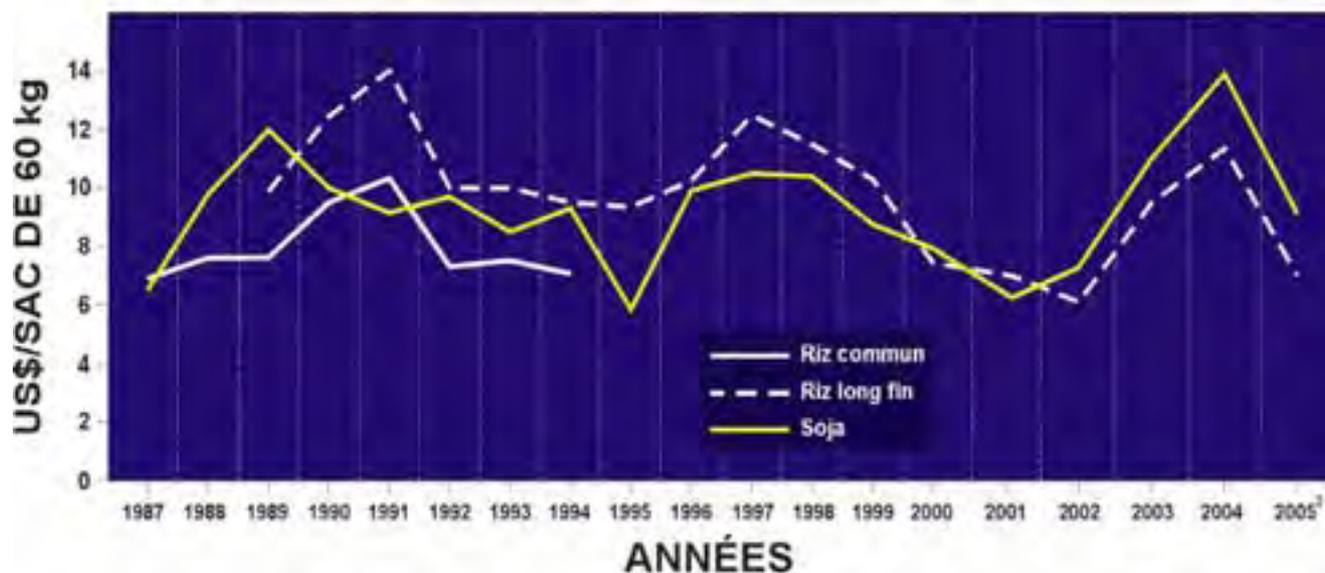
(*) Systèmes reproductibles, appropriables

Performances des cultures dans les systèmes, en semis direct	Coût (C) US\$/ha	Bénéfice(B) US\$/ha	C/B
SOJA + SAFRINHA¹ + EMBOUCHE SAISON SÈCHE			
• 4000 à 4600 kg/ha soja +	450	150	1,3
• 1500 à 3500 kg/ha safrinha (Sorgho, Mil, Éleusine) +	à 520	à 350	à 3,4
• 1 à 1,5 UGB/ha sur 90 jours saison sèche			
SOJA SUR COUVERTURE VIVANTE DE TIFTON	300	200	0,75
• 3200 à 4600 kg de Soja +	à	à	à
• 1 à 1,5 UGB/ha sur 90 jours saison sèche	380	400	1,9
RIZ PLUVIAL HAUTE TECHNOLOGIE	420	100	0,84
• 4200 à > 7000 kg/ha	à 630	à 500	à 6,3
RIZ PLUVIAL HAUTE TECHNOLOGIE comme réforme des pâturages	450	100	3,0
• 3000 à 4000 kg/ha	à 550	à 150	à 5,5
COTON COMME CULTURE PRINCIPALE	900	100	2,25
• 3000 à > 5000 kg/ha	à 1300	à 400	à 13
COTON COMME SAFRINHA¹	500	200	0,8
Sur forte biomasse ou en succession de Soja ou Riz, de cycle court	à 650	à 600	à 3,2
• 2400 à >3000 kg/ha			

1 - Safrinha = Culture de succession, avec minimum d'intrants ou sans intrants -

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac - CIRAD-CA/ GEC; N. Maeda, M. A. Ide, A. Trentini, Groupe Maeda; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT, 2000

FIG. 28 ÉVOLUTION DES PRIX PAYÉS AUX PRODUCTEURS¹ POUR LES PRODUCTIONS PRINCIPALES DE RIZ ET SOJA SUR LES FRONTIÈRES AGRICOLES DU CENTRE NORD DE L'ÉTAT DU MATO GROSSO - Sinop/MT - 1987/2005



1 - Période février - Mars, chaque année

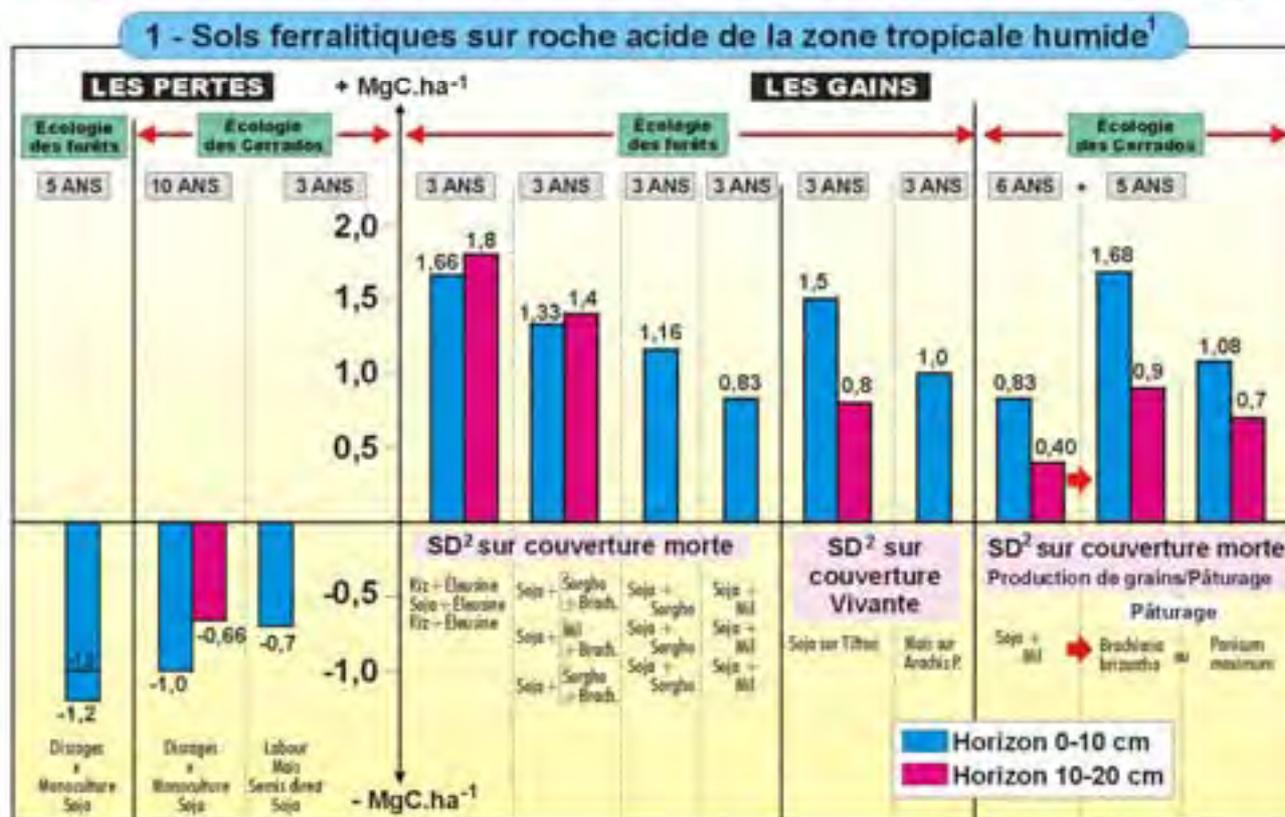
2 - Moyenne annuelle

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV - A. C. Maronezzi, Agronorte, Cooperlucas, Coocasil, Cornicel, Prefeitura de Sinop, SEDER - Sinop/MT - 1987/2005

IMPACTS DES SCV SUR LES SOLS: Quantité et qualité de biomasse, donc la nature des SCV commande les fonctions agronomiques essentielles, la dynamique de leurs relations avec les cultures et leur capacité à transformer les propriétés physico-chimiques et biologiques du profil cultural.

• Si les pertes en carbone sont toujours la règle en sol travaillé et monoculture (*soja, coton*) et peuvent être estimées sur 5 ans, entre $-0,25$ et $-1,40 \text{ Mg C}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ en fonction des conditions pédoclimatiques, les gains en carbone peuvent être aussi rapides que les pertes, et dépendent de la nature des SCV pratiqués ; Les systèmes en semis direct les plus efficaces à cet égard sont ceux qui utilisent des successions annuelles à base de « biomasses de couverture », très fortes pourvoyeuses de phytomasse (*matière sèche aérienne et racinaire*) telles que mils et sorghos associés à *Brachiaria ruz.*, *Eleusine coracana*, *Cynodon dactylon*, espèces fourragères à croissance active en saison sèche en ZTH ; ils conduisent, même sur de courtes périodes de 3 à 5 ans, à recouvrer les taux de M.O. des écosystèmes originels, voire de les dépasser . La séquestration annuelle de C, sur 3 à 5 ans, va de $0,83$ à $1,50 \text{ MgC}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ dans l'horizon 0-10 cm en fonction de la nature des SCV, mais peut atteindre $1,40$ à $1,80 \text{ MgC}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ dans l'horizon 10-20 cm, lorsque les espèces fourragères pourvues de systèmes racinaires plus puissants et profonds sont utilisées dans les successions annuelles en fin de saison des pluies (*Brachiaria ruziensi* e *brizantha*, *Eleusine coracana*)[Fig. 29]. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Corraza E. J. et al. (1999) dans les Cerrados du Centre Ouest brésilien, ceux de Cerri C.C. et al. en Amazonie (1992) et ceux de João Carlos Moraes de Sá (2004) dans l'état du Paraná.

FIG. 29 RESUMÉ DES TENDANCES D'ÉVOLUTION DES TENEURS MOYENNES ANNUELLES DE CARBONE DU SOL (en Mg C.ha⁻¹), EN FONCTION DE LA NATURE DES SYSTÈMES DE CULTURE PRATIQUÉS -



1- Brésil et Gabon; 2 - SD = Semis direct

SOURCE: L. Ségy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC; M. Matsubara, Faz. Progresso; A. C. Maronezzi, Agronorte; S. Bostkja et al., CIRAD - 1994/99 - Serap/MT

Chez les biomasses de couverture, les systèmes racinaires les plus résistants à la minéralisation sont ceux qui sont entourés de manchons importants de micro agrégats qui protègent la M.O. (*polysaccharides*, *endomycorhizes vésiculo - arbusculaires*, *polyphénols*), tels qu'en possèdent l'espèce *Eleusine coracana*, cultivée pure ou en association avec des légumineuses pivotantes (*Cajanus cajan*), ou le genre *Brachiaria* associé aux pompes biologiques recycleuses telles que mil et sorgho, *Cajanus cajan*.

L'augmentation de la M.O. en surface accroît la résistance des micro agrégats et la protection des M.O. ; ces M.O. augmentent la stabilité des agrégats où elles se trouvent, et les agrégats plus stables, à leur tour, protègent les M.O. qui y sont incorporées, établissant ainsi des relations réciproques entre dynamique de la M.O. et stabilité de l'agrégation (*autorégulation*, *autoprotection*).

L'évolution de la capacité d'échange cationique (CEC) suit strictement celle du carbone : les SCV les plus performants accroissent le pouvoir de rétention des éléments nutritifs, ce qui limite leur lixiviation [Fig. 30 et 31].

Ce sont ces mêmes SCV, connectés à l'eau profonde du sol en saison sèche (*au-delà de 2 m de profondeur*), qui possèdent les plus puissants systèmes recycleurs : sorgho et mil associés à *Brachiaria ruziziensis*, *Stylosanthes guyanensis*, l'*Eleusine coracana* en culture pure ou associée à *Cajanus cajan*, ce dernier associé à *Brachiaria ruz.*, et enfin les espèces fourragères *Brachiaria brizantha*, *Panicum maximum* implantées pour 3, 4 ou 5 ans en rotation avec les meilleurs SCV ; toutes ces biomasses sont des «pompes à cations et nitrates» qui exercent leur fonction recycleuse au-delà de 2 m de profondeur (*Les nombreux profils culturaux, réalisés pendant 15 ans, ont montré des densités racinaires très élevées sous ces espèces et associations, jusqu'à plus de 3 m de profondeur*).

Les remontées très significatives dans l'horizon 0-10 cm du taux de saturation en bases, mesurées sous ces «pompes biologiques», sont très démonstratives à cet égard [Fig. 30], et confirment la fermeture

du système «Sol-Cultures» sous SCV, qui fonctionne à l'image de la forêt, avec un minimum de pertes de nutriments, exceptés les éléments exportés par les grains des récoltes.

Si toutes recyclent des bases, les légumineuses du genre *Stylosanthes g.* et *Arachis p.*, lorsqu'elles occupent une place importante dans la rotation des SCV recyclent très fortement le potassium et les oligo-éléments Mn, Cu, Zn.

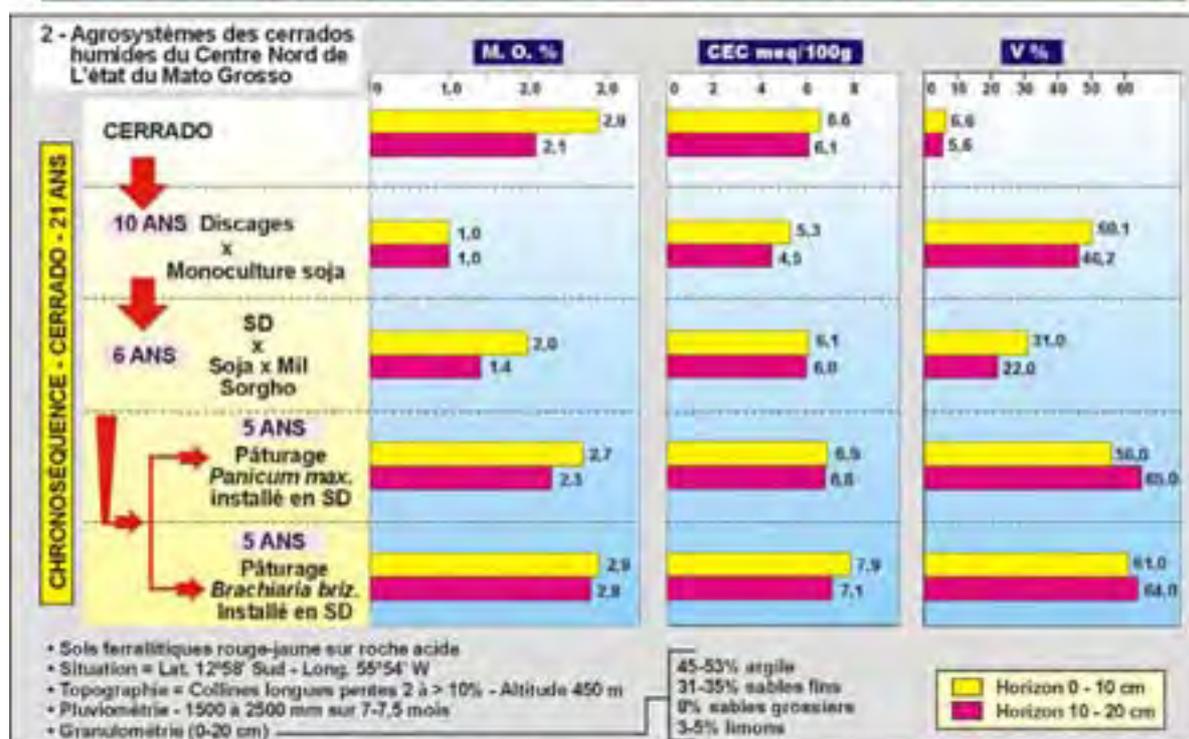
Les SCV, en fonction de leur nature, exercent donc bien des actions sélectives sur la dynamique des éléments nutritifs comme l'ont montré les travaux de Miyazawa M., Pavan M.A., Franchini J.C. (2000). Ces résultats peuvent conduire à proposer aux agriculteurs des règles de décision pour le choix et la conduite des SCV.

La rotation des meilleurs SCV permet, non seulement d'injecter du carbone en profondeur, mais aussi d'exercer un pouvoir restructurant très efficace dans l'horizon 0-20 cm : après 5 ans, l'indice MWD caractérisant l'état structural montre des valeurs proches de celles existantes sous les milieux naturels de forêts et savanes, comprises entre 4 et 5.

Par le choix judicieux des biomasses de couverture dans les SCV, il est maintenant possible, après dessiccation mécanique ou chimique des biomasses qui précèdent le semis direct, de supprimer presque totalement les herbicides dans les cultures ; cette voie agronomique de contrôle naturel des adventices par le choix des couvertures, constitue une alternative aux OGM, très importante et écologique.

FIG 30

TENDANCES D'ÉVOLUTION DU TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE (M. O. en %), DE LA CEC (en meq/100g) ET DU TAUX DE SATURATION (V en %), EN FONCTION DE LA NATURE DES SYSTÈMES DE CULTURE PRATIQUÉS DANS DIVERS AGROSYSTÈMES CONTRASTÉS, TROPICAUX ET SUBTROPICAUX -



SOURCE: L. Séguy, S. Bouzillac, CIRAD-CA/SCV, Munefumi Matsubara, Fazenda Progresso - Lucas do Rio e Verde/MT - 1978/1998

FIG 31

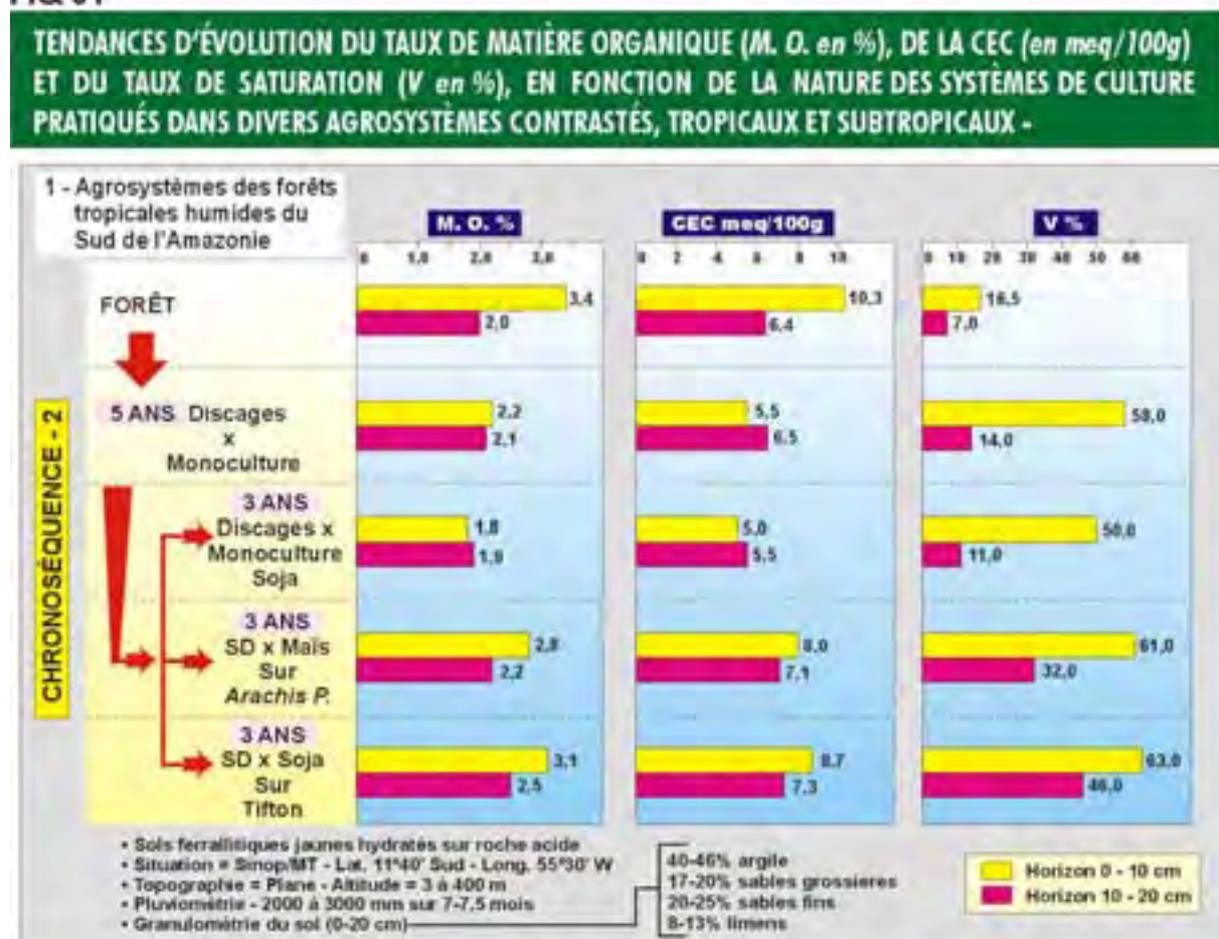


FIG 32

TENEURS DES SOLS^(*) EN MANGANÈSE (Mn), CUIVRE (Cu) ET ZINC (Zn), EN FONCTION DES SYSTÈMES DE CULTURE
 Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du centre nord du Mato Grosso - Sinop/MT - 2002

Laboratoire du CPAC/EMBRAPA - Brasilia

SYSTÈMES DE CULTURE		Manganèse mg/l	Cuivre mg/l	Zinc mg/l
5 ANS (GR) Discages x Monoculture Soja	0-5 cm	9,70	0,80	6,00
	5-10 cm	7,80	0,40	3,70
	10-20 cm	2,90	0,10	3,00
5 ANS (SD) Riz sur Arachis p.	0-5 cm	22,60	1,60	20,80
	5-10 cm	10,00	0,70	5,70
	10-20 cm	2,60	0,20	0,40
5 ANS (SD) Soja sur Tifton ¹	0-5 cm	8,60	0,50	4,20
	5-10 cm	4,60	0,60	1,10
	10-20 cm	2,10	0,30	0,30
5 ANS (SD) Riz + Eleusine, Soja + Eleusine, Maïs + Stylosanthes g., Stylosanthes g., Riz	0-5 cm	16,00	0,90	9,40
	5-10 cm	13,20	0,50	4,20
	10-20 cm	1,40	0,20	0,40

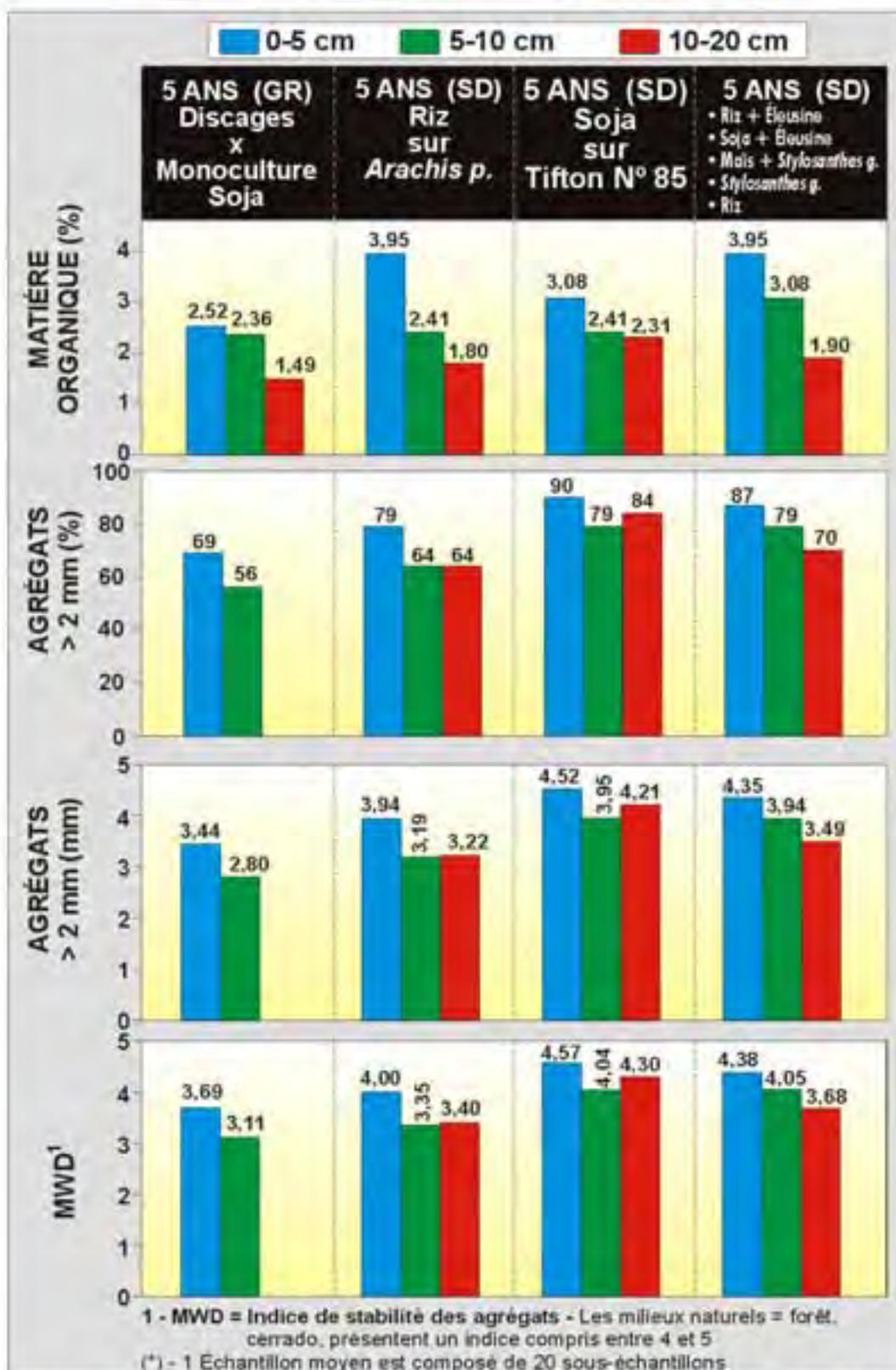
1 - Tifton = Cynodon d. - Hybride (N° 85)
 (*) - 1 Echantillon moyen est composé de 20 sous-échantillons

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA, A. C. Maronezzi, L. Saucedo, AGRONORTE - Sinop/MT, 2002

FIG. 33

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES SOLS^(*) EN FONCTION DES SYSTÈMES DE CULTURE
 Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du centre nord du Mato Grosso - Sinop/MT - 2002

Laboratoire du CPAC/EMBRAPA - Brasilia



SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA; A. C. Marezzini, L. Saucedo, AGRONORTE - Sinop/MT, 2002

FIG.34 ÉCOSYSTÈME FORESTIER AMAZONIEN ET MEILLEURS SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT
 • Sols ferrallitiques du sud du bassin amazonien - Sinop/MT, 1999

	FORÊT	MEILLEURS SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT
M. O. (0 - 20 cm)	18 t/ha C → litières + racines ⁶ 55 t/ha humus dont 44t/ha fortement liée matière minérale	14 - 20 t/ha litières + racines ¹⁰ > 40 à 50 t/ha humus
Porosité	Macropores dominants ⁷ (0,1 - 100 µm) ressuyage rapide NWD entre 4 et 5	Idem restructuration profil > 2 m ¹⁰ par racines graminées NWD entre 4 et 5
Utilisation eau par les plantes	Utilisation eau profonde ⁸ en saison sèche > 1,7 m	Utilisation eau profonde ¹⁰ fin saison pluies et saison sèche > 2m - Coton, Sorgho, Mil, Tournesol, pâturage temporaire
Cycle des éléments nutritifs	Majeure partie prélèvement ⁹ nutriments → entre 0 et 5 cm de profondeur	Reconstitution horizon 0 - 5 cm ¹⁰ Nourricier - systèmes racinaires en chandelier important recyclage profond
← Nutrition entre M. O. Vivante et morte → Peu d'échanges avec sol minéral		

SOURCE: 6. Cerri et al., 1992; 7. Cabral, 1991; Leopoldo et al., 1987; 8. Pimentel da Silva et al., 1992;
 9. Stark et Jordan, 1978; Lucas et al., 1993; Luizão et al., 1992; 10. Séguy L. et Bouzinac S., CIRAD/GEC - 1990-99.

FIG.35 ÉCOSYSTÈME FORESTIER AMAZONIEN ET MEILLEURS SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT
 • Sols ferrallitiques du sud du bassin amazonien - Sinop/MT, 1999

	FORÊT	MEILLEURS SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT
Biomasse litière	8,4 t/ha ¹	10 - 15 t/ha ¹⁰ (Grains + <i>Brachiaria</i> R.)
Vitesse décomposition litière	50% poids en 37 jours, ² saison des pluies 50% poids en 216 jours, saison sèche	50% poids en 30 jours, ¹⁰ (Maïs, Riz)
Biomasse racinaire	± 5 t/ha ³ 60% 0 - 20cm 80% 0 - 40 cm	5 - 7 t/ha ¹⁰ (Grains + <i>Brachiaria</i> R.)
Biomasse microbienne	1,9 à 3,3% C ⁴ (0 - 5 cm)	À chiffrer
Biodiversité P. Aérienne	175 à 235 espèces ⁵ 43 à 49 familles + animaux	3 espèces ha/an ¹⁰ + bovins

SOURCE: 1. Luizão, 1989; 2. Luizão et Shubart, 1987; 3. Chauvel et al., 1987; 4. Lavelle et al., 1991;
 5. France et al., 1976; Barbosa, 1988; 10. Séguy L. et Bouzinac S., CIRAD/GEC - 1990-99.

2.2 LES PROGRES LES PLUS RECENTS DES SCV, obtenus entre 2001 et 2005

2.2.1 LES SYSTEMES COTONNIERS SCV DE HAUTE TECHNOLOGIE

2.2.1.1 CONVENTION CIRAD-CA/GROUPE MAEDA ⁵

Sur la fazenda Guapirama (*Groupe Maeda- Sud-Ouest de l'état de Mato Grosso*)

Le Cirad et le groupe agro-industriel privé MAEDA se sont associés à partir de 1994 pour, à la fois, améliorer les performances agronomiques et technico-économiques de la culture cotonnière dont MAEDA était le premier producteur brésilien en 1994, et pour minimiser ses impacts sur l'environnement.

Après 9 ans de collaboration fructueuse entre les 2 institutions, un bilan des résultats est dressé par rapport aux objectifs de départ. Il montre que l'incorporation-adaptation progressive des systèmes de culture en Semis direct sur Couverture Végétale (SCV) créés par la recherche a permis simultanément: d'augmenter de 46% la surface cultivée vers d'autres grandes éco-régions du Brésil Central, de transformer la nature des productions qui ont été fortement diversifiées et qui sont passées de coton dominant en 1994/95 à grains très largement dominants (soja + sorgho, mil et Eleusine) en 2002/03, de faire progresser la productivité des cultures principales de soja et coton respectivement de 25,5% et 45%, et de produire 3 cultures sur 2 ans au lieu de 2 [Fig.36].

Malgré des conditions climatiques défavorables au cours des années 2002/03 et 2003/04 (*excès pluviométrique pendant la phase reproductrice*), la productivité du coton est en croissance constante dans les meilleurs SCV, malgré une utilisation nettement réduite d'intrants chimiques : fumure minérale, herbicides et fongicides, les meilleures productivités SCV dans la rotation Coton/Soja + (Sorgho + *Brachiaria r.*), sont voisines de 5.000 kg/ha [Fig. 38 et 39].

Au plan économique, les coûts de production ont légèrement baissé grâce aux progrès et à la maîtrise du semis direct et, malgré une conjoncture très difficile, les marges nettes et le taux de rentabilité ont été multipliés par plus de 3 ; le parc mécanisé a été réduit de moitié, le nombre des prestataires de services a chuté de 71% et la consommation de carburant a diminué de 70% [Fig. 40]

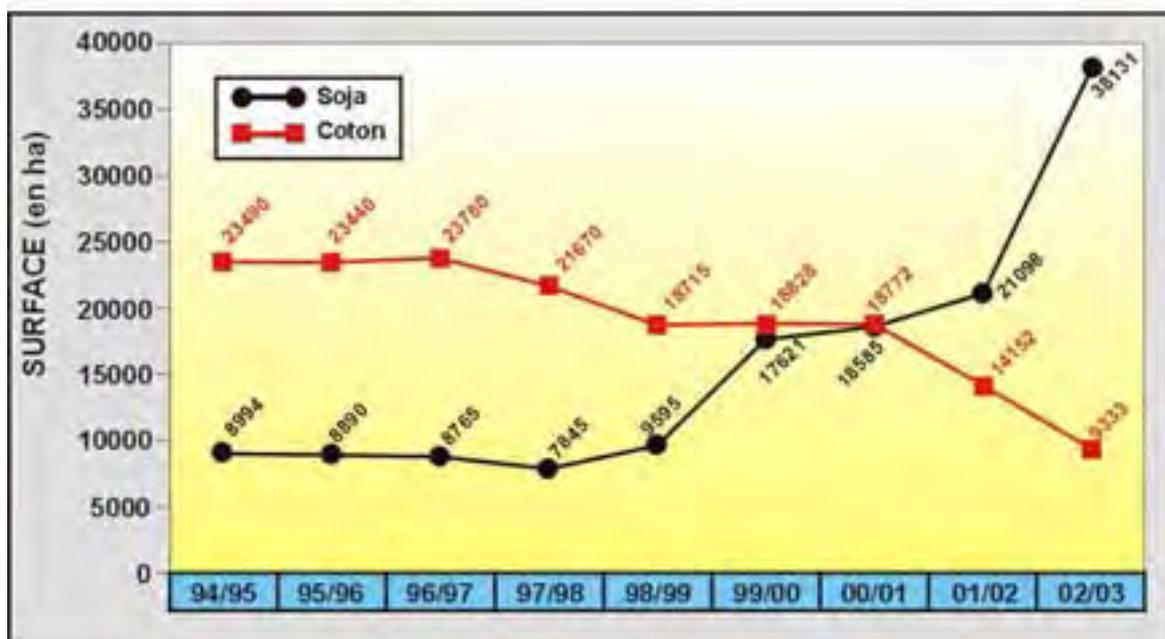
Pour ce qui concerne les impacts des systèmes en Semis Direct, l'érosion et les externalités sont maintenant bien contrôlées, et la pratique des meilleurs systèmes, les plus forts pourvoyeurs de biomasse, surtout en fin de saison des pluies et en saison sèche, permettent de séquestrer efficacement le carbone, entre 0,5 et plus de 2,5 t/ha/an en fonction de la nature des systèmes et des conditions pédoclimatiques (*L. Séguy, S. Bouzinac ; 2004*).

Les perspectives futures de la culture cotonnière en rotation avec la production de grains sont abordées avec la double ambition de produire plus, avec moins d'intrants chimiques, et de fournir des produits sains, totalement exempts de pesticides, dans un environnement de mieux en mieux protégé.

⁵ Contrat débuté en 1994 et achevé en 2003

FIG. 36

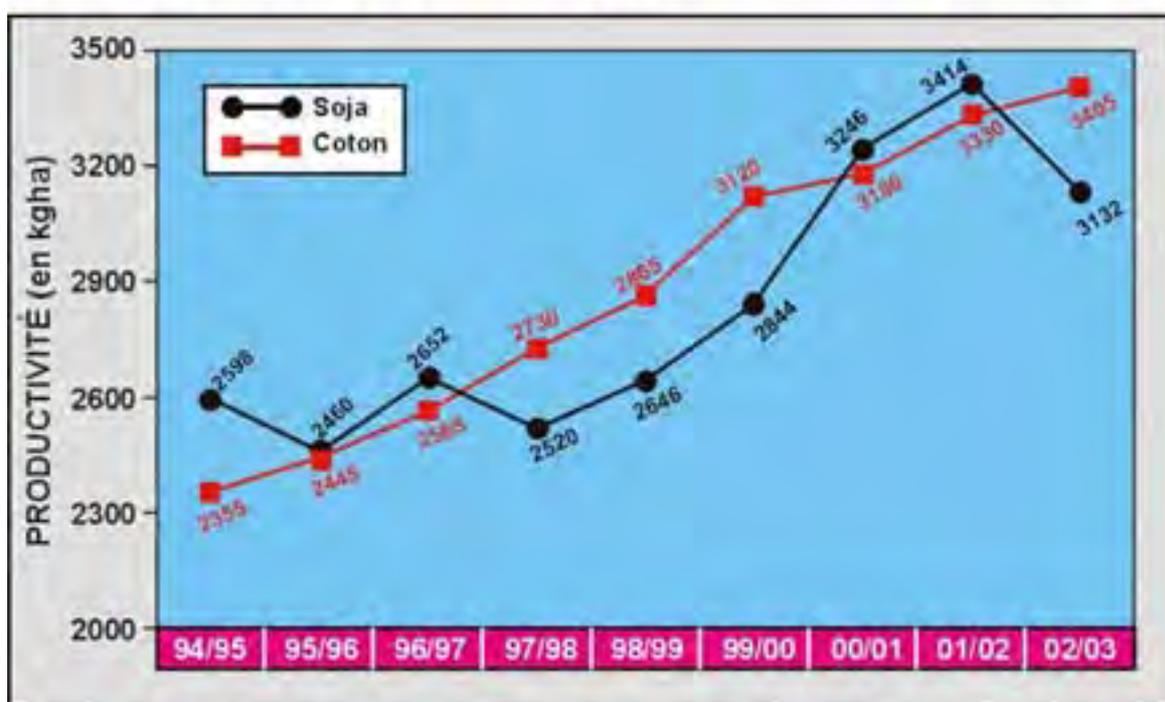
ÉVOLUTION DE LA SURFACE PLANTÉE EN SOJA ET COTON



SOURCE: GROUPE MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

FIG. 37

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DE SOJA ET COTON



SOURCE: GROUPE MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

FIG. 38

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DE 6 VARIÉTÉS DE COTON EN SYSTÈMES¹ DE SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE PERMANENTE DU SOL

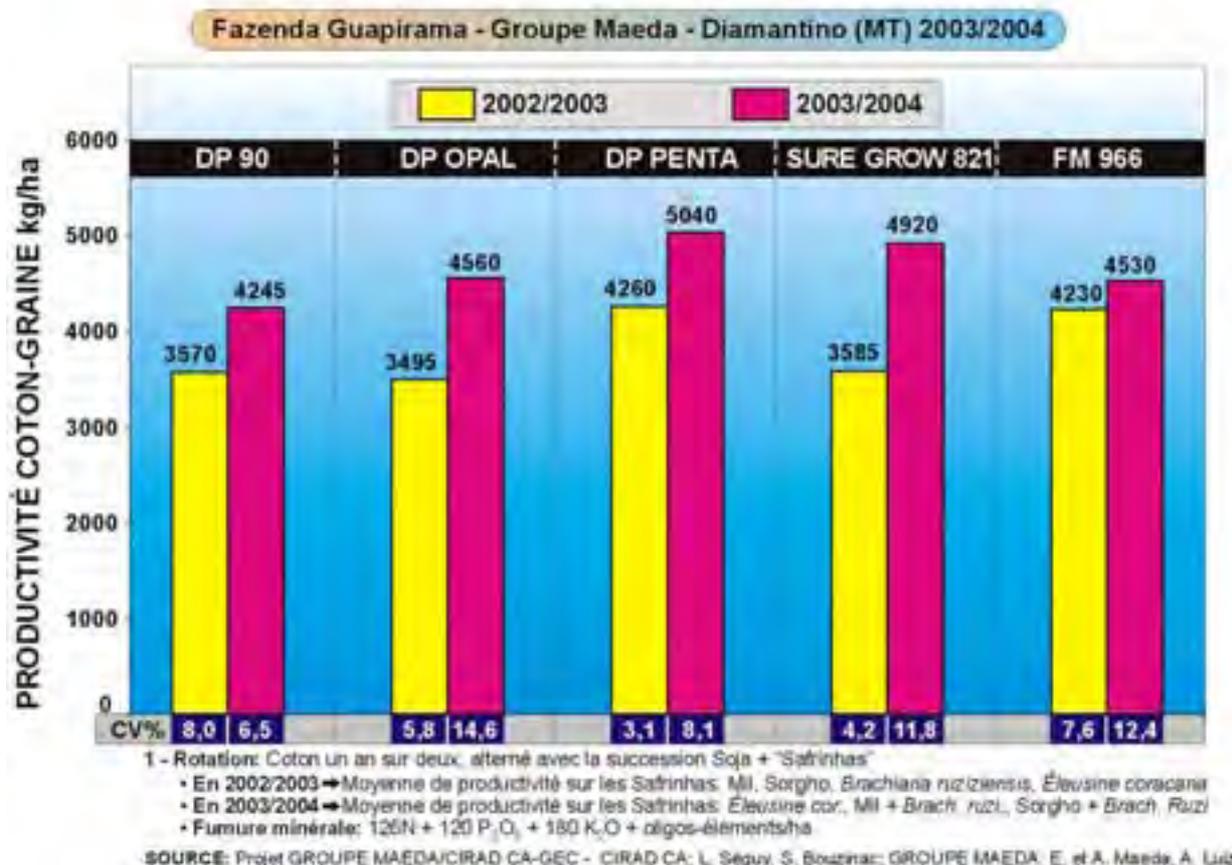


FIG. 39

PRODUCTIVITÉ¹ DE 6 VARIÉTÉS DE COTON EN SYSTÈME DE SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE VÉGÉTALE PERMANENTE DU SOL², EN FONCTION DE 3 BIOMASSES DE NATURE DIFFÉRENTE

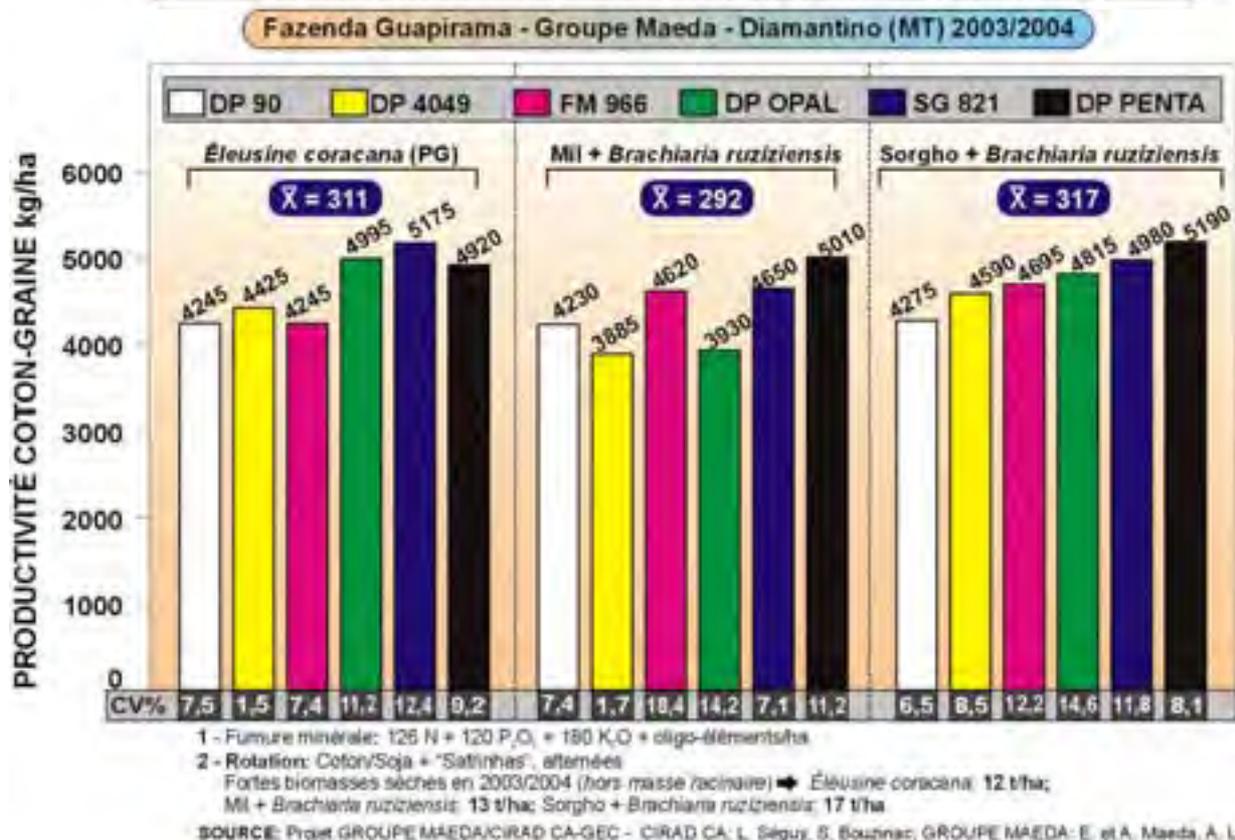
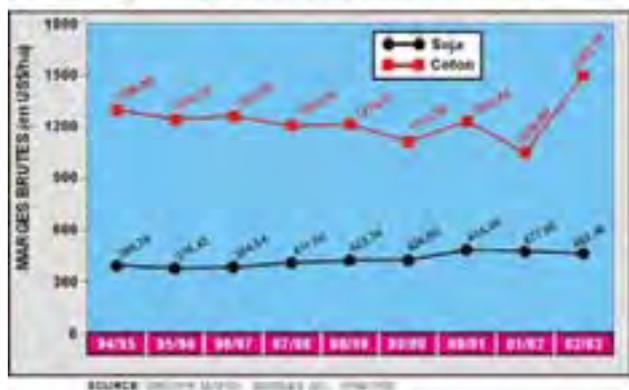
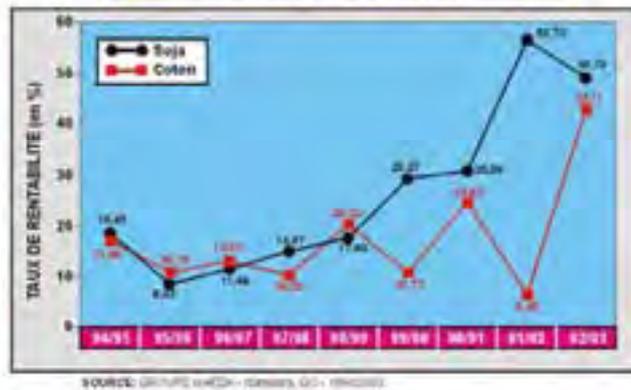


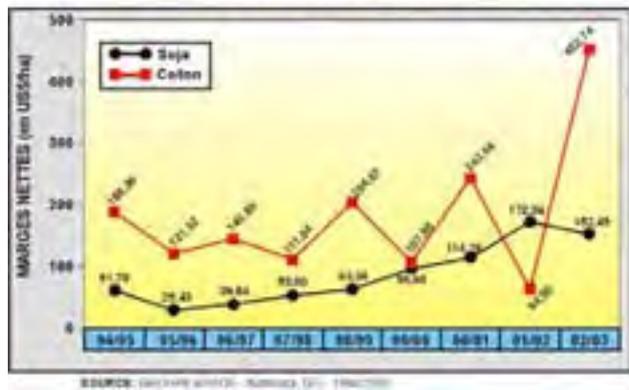
FIG. 40 ÉVOLUTION DES MARGES BRUTES DU SOJA ET DU COTON



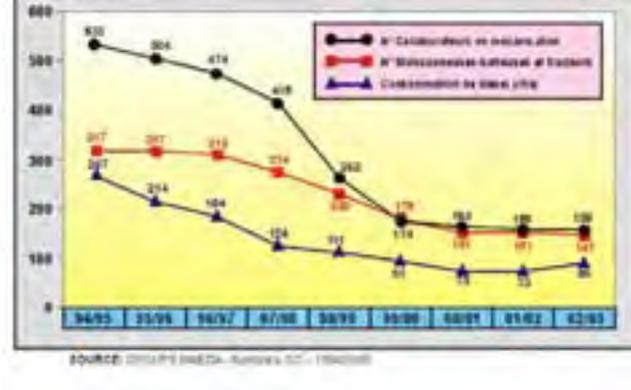
ÉVOLUTION DU TAUX DE RENTABILITÉ DU SOJA ET DU COTON



ÉVOLUTION DES MARGES NETTES DU SOJA ET DU COTON



ÉVOLUTION DU NOMBRE DE COLLABORATEURS EN MÉCANISATION, DE MOISSONNEUSES-BATTEUSES ET TRACTEURS, DE LA CONSOMMATION DE DIESEL



2.2.1.2 CONVENTION CIRAD/COODETEC/FAZ. MOURÃO⁶

Écologie des sols ferrallitiques sur roche acide des Cerrados humides (*Fazenda Mourão au Sud-Est de l'état du Mato Grosso*)

La matrice des systèmes de culture installée depuis 2001 sur une toposéquence de la fazenda Mourão compare les systèmes de l'agriculture d'hier ($T1 = \text{monoculture coton} \times \text{offset}$), de l'agriculture d'aujourd'hui ($T2 = \text{Système "semi-direct" sur mil} \times \text{coton tous les ans}$) et de l'agriculture de demain [$S1 \text{ et } S3 = \text{innovations Semis Direct : Coton en Rotation avec Soja} + \text{Eleusine ou} + (\text{sorgho} + \text{Brachiaria ruz.}) \text{ ou} + (\text{sorgho-Maïs} + \text{Brachiaria ruz.} + \text{Cajanus cajan})$].

Cette vitrine des systèmes de culture est conduite en conditions d'exploitation réelles mécanisées ; elle comporte 2 modes de gestion de la fertilisation minérale : celui de la fazenda et un niveau minimum pour à la fois réduire les coûts, mais également mettre en évidence l'impact positif de la régénération organo-biologique des sols par les SCV (*résilience, qualité biologique*).

Elle intègre l'amélioration variétale coton, pour et dans les systèmes de culture, dans l'objectif essentiel d'optimiser les relations «Génotypes x Modes de gestion des sols et des cultures».

Elle constitue un «laboratoire d'observation - évaluation scientifique et de modélisation» pour l'étude du fonctionnement agronomique comparé des systèmes de culture et de leurs impacts sur la productivité des cultures, sur les transformations des sols : les externalités et les xénobiotiques, la résilience (*composantes de la qualité biologique des sols*), sur la qualité des eaux et des productions.

Les résultats obtenus les plus significatifs, au cours des 3 dernières années d'évaluation, peuvent être résumés comme suit:

⁶ Opération « Systèmes cotonniers de haute technologie en Semis Direct », initiée en 2001 et actuellement en cours.

➤ LES PERFORMANCES AGRONOMIQUES DES SYSTEMES DE CULTURE SE DIFFERENCIENT TOUS LES ANS D'AVANTAGE:

➤ LE COTON EN CULTURE PRINCIPALE

- Les figures 41 à 46 illustrent l'évolution des rendements de coton sur 4 ans, en présence, soit des 2 meilleures variétés, soit toutes variétés confondues (*4 variétés*), en fonction des systèmes de cultures pratiqués, sans utilisation d'Aldicarb :

- **Les systèmes « d'hier », T1, avec Travail du sol x Monoculture**, offrent les productivités moyennes les plus faibles et les plus variables inter annuellement :

- **18 à 30% de moins** que le système « d'aujourd'hui », **semi-direct T2**, et **de 38 à 50% de moins** que le système **SCV S3**, en Semis Direct sur Couverture Végétale permanente, très fort pourvoyeur de biomasse diversifiée annuelle, qui est toujours le plus productif ;
- **L'évolution des rendements** s'inscrit dans une forte **instabilité** annuelle (*forte sensibilité aux variations climatiques*) et une tendance générale à la baisse d'autant plus marquée que le niveau de fumure minérale (*compensateur*) est plus faible ; cette productivité interannuelle chaotique est en parfaite conformité avec la perte importante et continue de matière organique du sol dans ce système (*Fortes externalités et dégradation croissante de l'état structural- Photos en Annexe I*).

- **Les systèmes « d'aujourd'hui »**, représentés par le système « **semi-direct** », **T2**, dans lequel la monoculture de coton est implantée tous les ans en Semis Direct sur biomasse de mil (*ou sorgho, ou Eleusine cor.*) installée par discage léger (TCS⁷), expriment une productivité interannuelle plus élevée et plus stable que le système « d'hier » T1, mais demeure encore fluctuante.

- **Seuls, les systèmes « de demain », SCV cotonniers S1 et S3** en rotation avec les successions Soja + Safrinhas (*cultures de succession comme sorgho ou maïs associés à Brachiaria ruziziensis, ou à Brachiaria ruziziensis + Cajanus cajan*) très fortes pourvoyeuses de biomasse annuelle (>20 t/ha), qui protègent et maintiennent le sol toujours couvert (*comme sous forêt*), **s'inscrivent dans des courbes de production fortement croissantes** depuis le début de l'expérimentation en grande culture mécanisée, quel que soit le niveau de fumure minérale utilisé ; si les rendements de coton graine étaient pratiquement équivalents pour tous les modes de gestion du sol en première année, au départ de l'expérimentation, **les écarts de productivités se creusent tous les ans davantage en faveur des systèmes SCV :**

- **Dès la 3^e année de culture:** de 39% à 62% de plus que le système « d'hier » T1, en présence de la fumure standard et réduite respectivement ; 11% de plus que le système « d'aujourd'hui » T2, semi-direct, quel que soit le niveau de fumure ;
- **En 4^e année**, les écarts de rendements s'accroissent encore fortement en faveur des SCV S1 et S3 : productivité double de celle du système « d'hier » T1, quel que soit le niveau de fumure ; +27% de rendement par rapport au système « d'aujourd'hui » T2 avec fumure standard et +39% avec fumure réduite ;
- **La productivité des SCV S3**, en présence de la fumure réduite, rattrape celle obtenue avec la fumure standard (*double de la réduite*), mettant ainsi en évidence l'augmentation hautement significative de la capacité du sol à produire par voie organo-biologique ; ce sont également ces systèmes SCV S3 qui affichent une très forte capacité de séquestration du carbone C⁸ (*Fig. 48*) - (*Cf. Séguy et al 2001*) ;

⁷ TCS : Techniques Culturelles Simplifiées

⁸ Les résultats sur la dynamique du carbone en fonction des fractions granulométriques par systèmes sont en cours de dépouillement et seront publiés courant 2006.

- **La productivité moyenne des SCV S3** est ainsi passée de 2.499 kg/ha en 1^o année à 4.257 kg/ha en 4^o année en présence de la fumure standard, et de 2.322 à 4.126 kg/ha avec la fumure réduite sur la même période, soit un gain de rendement de 86% ;
- Le système «d'hier» T1, dans le même temps est passé d'une productivité de 2.776 kg/ha en 1^o année à 1.829 kg/ha en 4^o année en présence de la fumure standard, et de 2.689 à 1.639 kg/ha avec la fumure réduite, soit des pertes respectives de rendement de 34 et 39% ;
- La productivité du système T2 «d'aujourd'hui» (*semi-direct*), sur la même période a augmenté de 23% sur la fumure standard, et est restée stable sur la fumure réduite.
- **Au total, les systèmes de culture à très fort impact sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du profil cultural, transforment rapidement la fertilité des sols sous culture et leurs capacités de production :**
 - **Destruction accélérée sous Travail du sol x Monoculture T1**, synonyme de perte continue de production, qui n'est plus compensée par des niveaux d'intrants de plus en plus lourds (*risque environnemental accru, coûts de production insoutenables*) ;
 - **Au contraire, forte résilience et régénération rapide de la fertilité sous SCV** très forts pourvoyeurs de biomasse diversifiée (*rotations x biomasses à forte biodiversité*), synonyme d'augmentation de la productivité avec moins d'intrants.
- En partant d'un sol déjà fortement déstructuré, à texture sablo-argileuse, soumis à des systèmes à niveaux d'impacts très différenciés, **la productivité cotonnière se montre, après seulement 4 années de pratique, fortement corrélée au stock de carbone de l'horizon 0-20 cm**, lui-même déterminé – construit par le type de système utilisé (*Fig. 49*). La différenciation du stock de carbone de l'horizon 0-20 cm est déjà très importante au bout de 3 ans (*Fig. 47 et 48*):
 - **30,40 t/ha sur SCV S3, contre 23,66 t/ha sur «semi-direct» T2, et 18,11 t/ha sur système avec travail du sol continu T1** ; soit des augmentations relatives, en prenant le système T1 comme référence de base 100, de + **31%** pour le système «semi-direct» T2 et de + **68%** pour le système SCV S3.

Ces résultats montrent, à l'instar de ceux obtenus sur soja avec une différenciation similaire des systèmes de culture dans l'écologie des forêts du Sud du Bassin Amazonien (Sinop- MT – L. Séguy, S. Bouzinac et al. 2001 à 2004), que seuls les systèmes SCV avec couverture permanente du sol et forte production de biomasse diversifiée annuelle en rotation, permettent d'augmenter de manière régulière, à la fois, la productivité des cultures et la capacité du sol à produire, même en présence de faibles niveaux de fumure minérale, permettant ainsi de produire plus avec beaucoup moins d'engrais minéral.

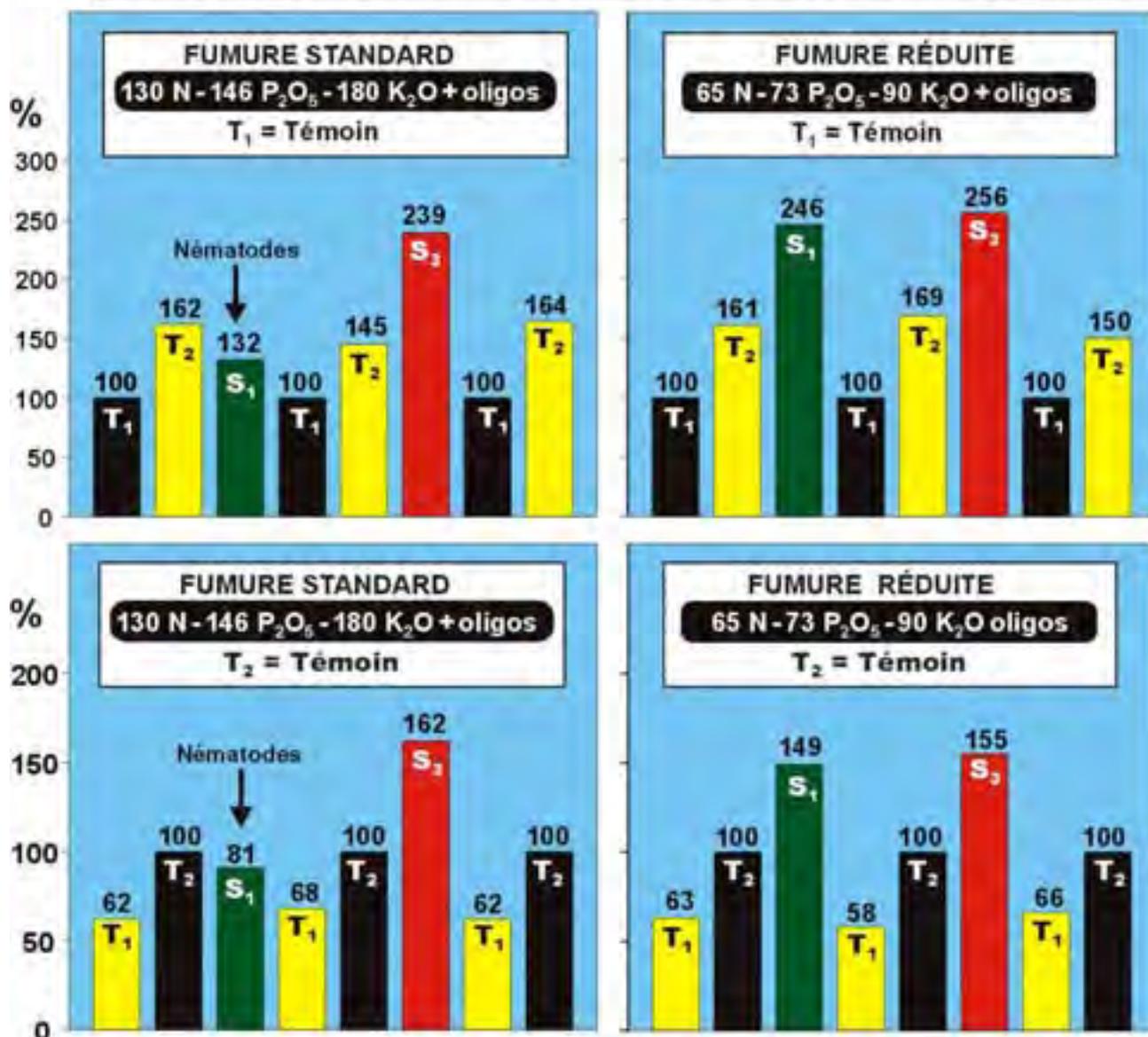
() Il est évident que ces systèmes SCV devraient être diffusés rapidement et à grande échelle dans le Brésil Central ; ils répondent parfaitement aux grandes contraintes de la production d'aujourd'hui : produire plus et durablement avec moins d'intrants chimiques, grâce à l'augmentation de la capacité du sol à produire sous gestion organo-biologique dominante des SCV qui «booste» l'augmentation de la matière organique et toutes ses propriétés naturelles dérivées, bénéfiques à la production.*

FIG. 41

PRODUCTIVITÉ RELATIVE¹ DU COTONNIER DE CULTURE PRINCIPALE, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE, TOUTES VARIÉTÉS CONFONDUES

Fazenda Mourão - Campo Verde² (MT) - 2004/2005

T₁ - Monoculture **Coton** x Travail du sol
 T₂ - Discage léger avant Mil - SD **Coton** sur Mil / tous les ans
 S₁ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + *Éleusine*
 S₃ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + (*Sorgho* + *Brachiaria Ruziziensis*)



1 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 témoins répétés à chaque extrémité et intercalés au milieu (T₁ et T₂); - Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées. Moyenne de 4 variétés (sans Temik): CD 409; CD 2239; CD 406; CD 407

2 - Sol de texture sablo-argileuse (20-27% d'argile; 70-75% de sables)

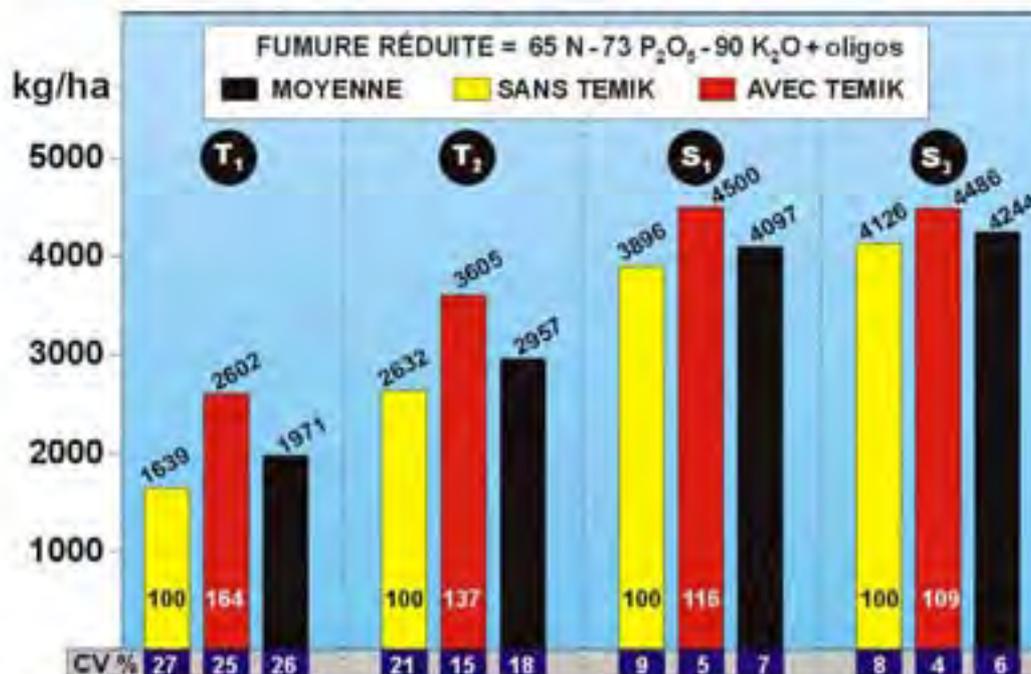
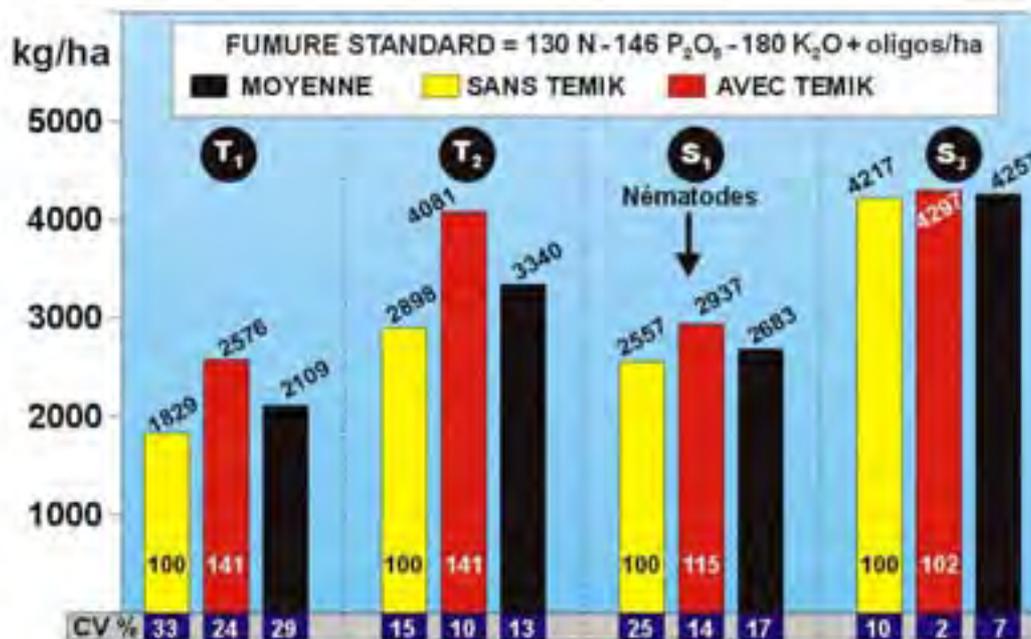
SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ, MOURÃO
 Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC; A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 42

PRODUCTIVITÉS MOYENNE (en kg/ha) ET RELATIVE DE COTON GRAIN EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE, AVEC ET SANS TEMIK (Aldicarb), 4 VARIÉTÉS CONFONDUES PAR SYSTÈME

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005

T₁ - Monoculture **Coton** x Travail du sol
 T₂ - Discage léger avant Mil - SD **Coton** sur Mil / tous les ans
 S₁ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton**/Soja + Éleusine
 S₂ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton**/Soja + (Sorgho + *Brachiaria Ruziziensis*)



1 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 témoins répétés à chaque extrémité et intercalés au milieu (T₁ et T₂) - Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées. Moyenne de 4 variétés: CD 409; CD 2239; CD 406; CD 407
 2 - Sol de texture sablo-argileuse (20-27% d'argile; 70-75% de sables)

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD FAZ. MOURÃO

Équipe CIRAD: J. L. Belot, J. Martin, L. Seguy, S. Bouzinac - COODETEC; A. Marques, M. Rodrigo/2005

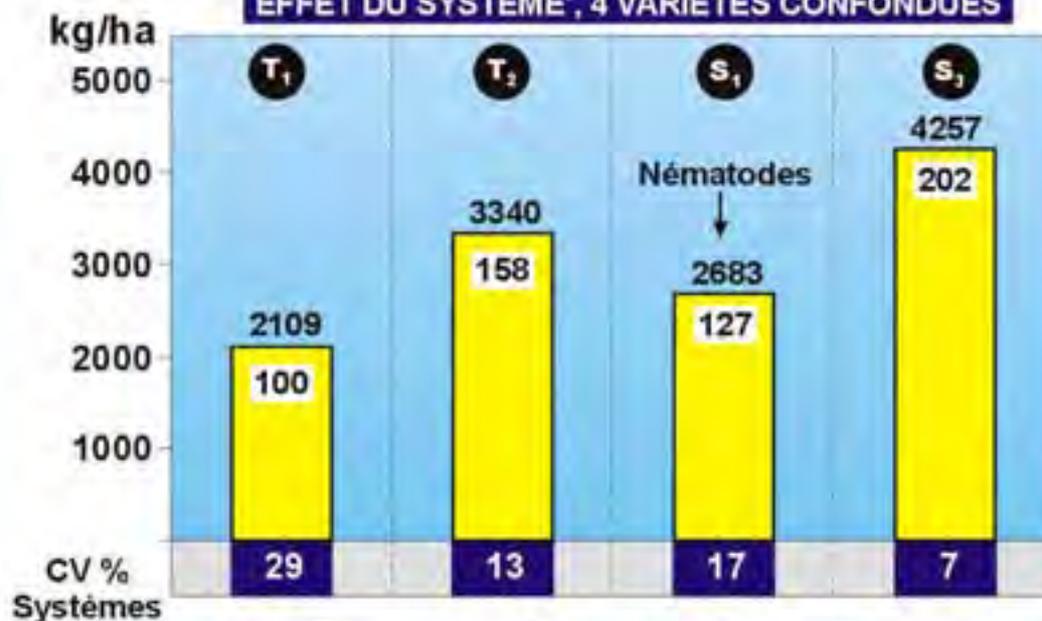
FIG. 43

PRODUCTIVITÉS MOYENNE ET RELATIVE COMPARÉES DES SYSTÈMES DE CULTURE - Fazenda Mourão - Campo Verde, MT - 2004/2005

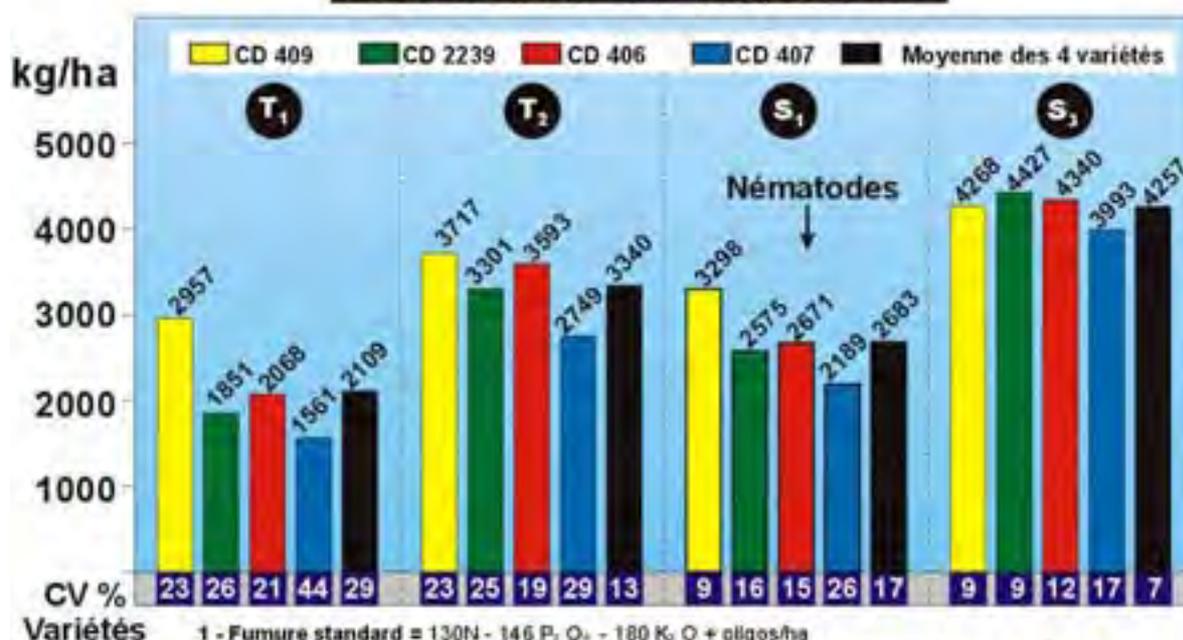
I FUMURE STANDARD¹ DE LA FAZENDA

- T₁ - Monoculture **Coton** x Travail du sol
 - T₂ - Discage léger avant MII - SD **Coton** sur MII / tous les ans
 - S₁ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + *Éleusine*
 - S₂ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + (**Sorgho** + *Brachiaria Ruziziensis*)
- Productivité relative

EFFET DU SYSTÈME², 4 VARIÉTÉS CONFONDUES



EFFET DES VARIÉTÉS³ PAR SYSTÈME



- 1 - Fumure standard = 130N - 146 P, O₂ - 180 K, O + oligos/ha
- 2 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 témoins répétés à chaque extrémité et intercalés au milieu (T₁ et T₂)
- Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées.
- Effet du système: Moyenne de 4 variétés, sans Temik.
- 3 - Variétés testées = CD 409; CD 2239; CD 406; CD 407

SOURCE: Projet FAO/ALCOODETEC/IRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belet; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac - COODETEC; A. Marques, M. Rodrigo/2005

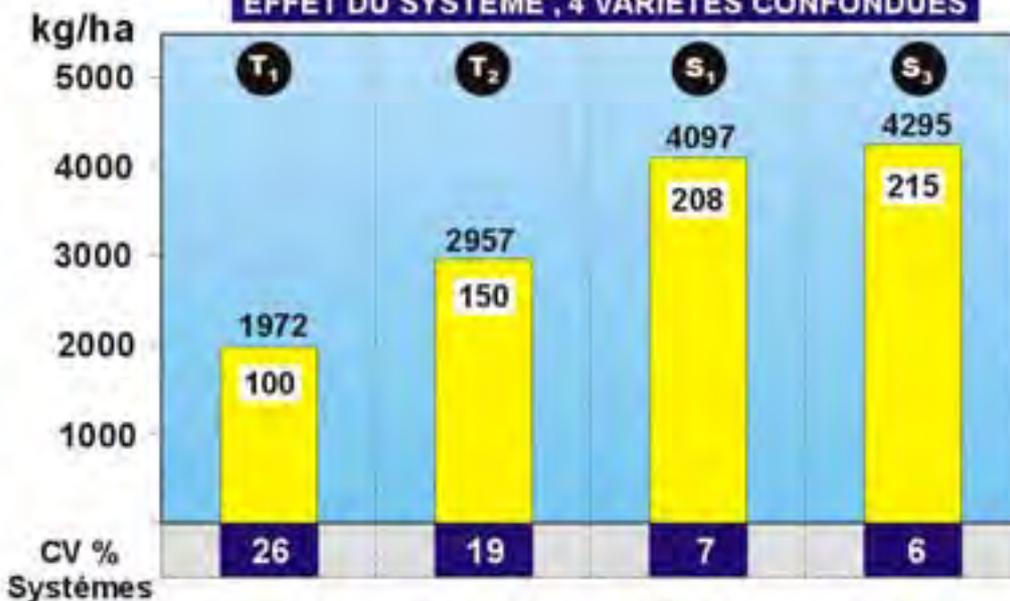
FIG. 44

PRODUCTIVITÉS MOYENNE ET RELATIVE COMPARÉES DES SYSTÈMES DE CULTURE - Fazenda Mourão - Campo Verde, MT - 2004/2005

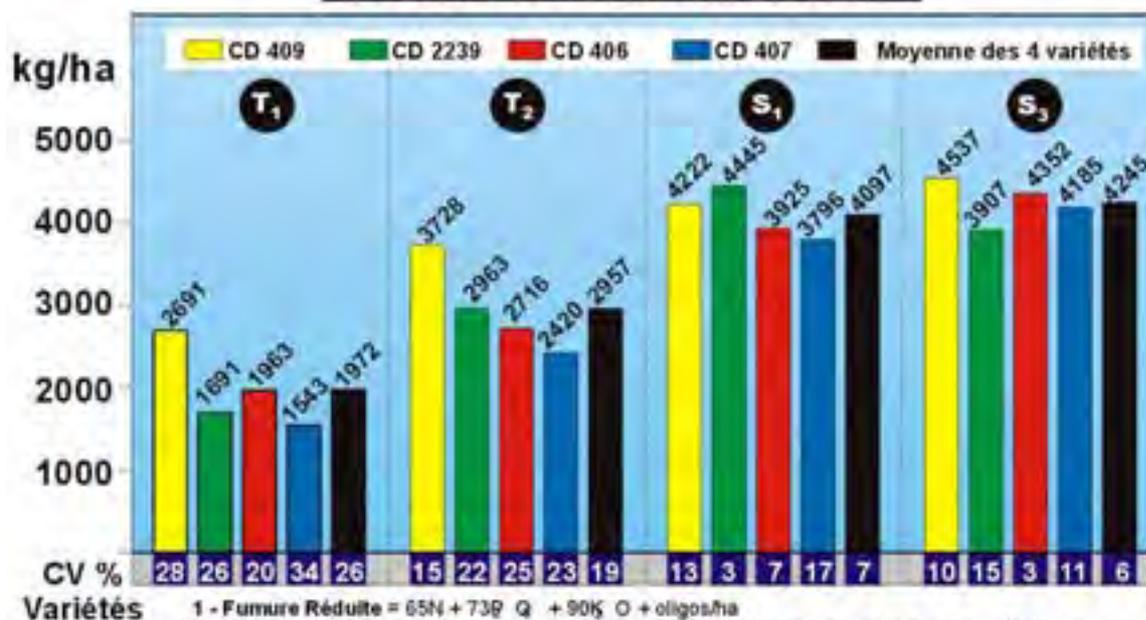
II FUMURE RÉDUITE¹

T₁ - Monoculture **Coton** x Travail du sol
 T₂ - Discage léger avant Mil - SD **Coton** sur Mil / tous les ans
 S₁ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + *Eleusine*
 S₃ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + (Sorgho + *Brachiaria Ruziziensis*)
 □ Productivité relative

EFFET DU SYSTÈME², 4 VARIÉTÉS CONFONDUES



EFFET DES VARIÉTÉS³ PAR SYSTÈME



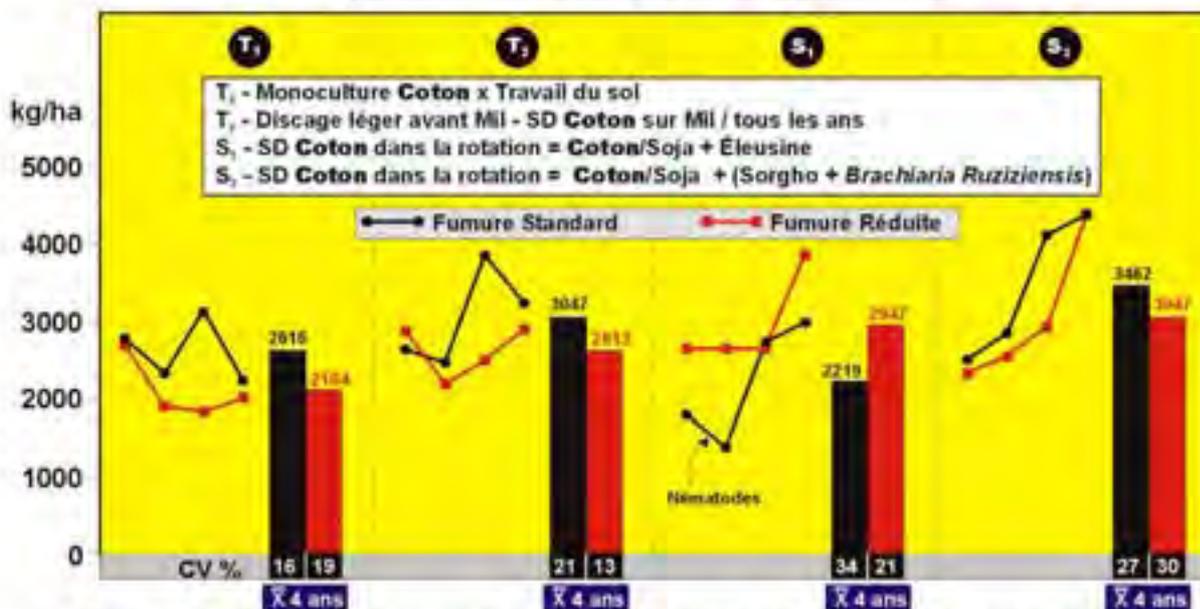
1 - Fumure Réduite = 65N + 73P Q + 90K O + oligos/ha
 2 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 témoins répétés à chaque extrémité et intercalés au milieu (T₁ et T₂)
 - Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées.
 - Effet du système: Moyenne de 4 variétés, sans Temik.
 3 - Variétés testées = CD 409; CD 2239; CD 406; CD 407

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Beist, J. Martini, L. Seguy, S. Boucinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 45

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ¹ ANNUELLE ET MOYENNES DE RENDEMENTS SUR 4 ANS DES SYSTÈMES DE CULTURE DU COTONNIER AVEC LES 2 MEILLEURES VARIÉTÉS², 2 NIVEAUX DE FERTILISATION³ MINÉRALE ET SANS TEMIK

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005



1 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 témoins répétés à chaque extrémité et intercalés au milieu (T₁ et T₂); Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées, sans Temik.

2 - Meilleures variétés { En 2001/2002: CD 402 + CD 404; En 2002/2003: CD 406 + CD 99-2239
En 2003/2004: CD 406 + CD 409; En 2004/2005: CD 409 + CD 406

3 - Fumure standard (de la Fazenda Mourão) = 130N - 146 P, O₂ - 180 K₂O + oligos/ha

- Fumure réduite = { en 2001/2002 = 87N - 97 P, O₂ - 129 K₂O + oligos (2/3 - Fumure standard)
de 2002 à 2005 = 65N - 72 P, O₂ - 96 K₂O + oligos (1/2 - Fumure standard)

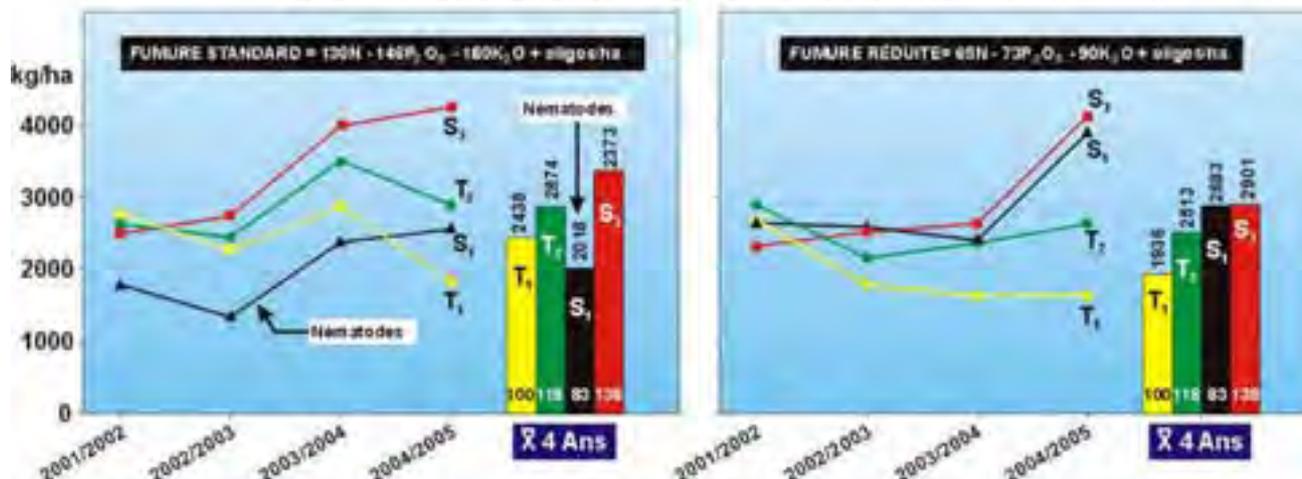
SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Bellet; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzruc - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 46

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ ANNUELLE¹ ET PRODUCTIVITÉ MOYENNE DU COTON¹ EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE, TOUTES VARIÉTÉS TESTÉES CONFONDUES, SANS TEMIK (Aldicarb)

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2001/2005

T₁ - Monoculture Coton x Travail du sol
 T₂ - Discage léger avant Mil - SD Coton sur Mil / tous les ans
 S₁ - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + Eleusine
 S₂ - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + (Sorgho + *Brachiaria Ruziziensis*)



1 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 répéts répétés à chaque extrémité et intercalés au milieu (T₁ et T₂). Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées.

Moyenne de 4 variétés (sans Temik): CD 409; CD 2219; CD 406; CD 407

2 - Sol de texture sablo-argileuse (33-27% d'argile; 70-75% de sable)

SOURCE: Projet FACULICOCODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Bilet, J. Martin, L. Segon, S. Boizemac - CODETEC: A. Marquet, M. Rodrigue

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS DE COTON EN CULTURE PRINCIPALE (en kg/ha) VARIATIONS INTERANNUELLES (VI %), ET PRODUCTIVITÉ MOYENNE SUR 4 ANS DE 4 SYSTÈMES DE CULTURE CONTRASTÉS À BASE DE COTON, EN PRÉSENCE DES 2 MEILLEURES VARIÉTÉS¹ ET DE 2 NIVEAUX² DE FUMURE MINÉRALE, SANS TEMIK (Aldicarb)

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2001/2005

■ Gains ■ Pertes ■ Stable

ANNÉES	T ₁ Monoculture Coton x Travail du sol		T ₂ Discage léger avant Mil SD Coton sur Mil / tous les ans		S ₁ SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + Eleusine		S ₂ SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + (Sorgho + <i>Brachiaria Ruziziensis</i>)									
	Fumure Standard	Fumure Réduite	Fumure Standard	Fumure Réduite	Fumure Standard	Fumure Réduite	Fumure Standard	Fumure Réduite								
	kg/ha	VI%	kg/ha	VI%	kg/ha	VI%	kg/ha	VI%								
2001/2002	2776	2689	2633	2876	1791	2644	2499	2322								
2002/2003	2322	-16	1897	-29	2462	-6	2187	-24	1378	-23	2639	0(st)	2843	+14	2547	+10
2003/2004	3134	+35	1825	-4	3858	+57	2496	+14	2726	+52	2643	0(st)	4120	+45	2929	+15
2004/2005	2233	-29	2005	+10	3233	-16	2894	+16	2980	+9	3860	+46	4384	+6	4389	+50
Moyenne sur 4 ans	2616		2104		3047		2613		2219		2946		3462		3047	

1 - Meilleures variétés: { En 2001/2002: CD 402 + CD 404 En 2002/2003: CD 406 + CD 99-2238
 En 2003/2004: CD 406 + CD 409 En 2004/2005: CD 409 + CD 406

2 - Fumure standard (de la Fazenda Mourão) = 130N - 146 P₂ O₂ - 180 K₂ O + algues/ha

- Fumure réduite = [en 2001/2002 = 29% de la fumure standard: 67N - 97 P₂ O₂ - 129 K₂ O + algues
 en 2002 à 2005 = 16% de la fumure standard: 65N - 72 P₂ O₂ - 90 K₂ O + algues

3 - Parcelle infestée de nématodes (externalités évolutives)

SOURCE: Projet FACULICOCODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Bilet, J. Martin, L. Segon, S. Boizemac - CODETEC: A. Marquet, M. Rodrigue

FIG. 47

STOCK¹ DE CARBONE C (en tonne/ha) ET FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES (2000_{µm} à <53_{µm}) DANS L'HORIZON 0-20 cm (0-10 et 10-20cm), EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE APRÈS 3 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES TRÈS CONTRASTÉS

Écologie des cerrados humides d'altitude (600-700m) du Sud-Est Mato Grosso Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2005

Horizon x Fractions Granulométriques	SYSTÈMES DE CULTURE					
	S ₁		T ₂		T ₁	
	Semis Direct SCV		Semi-Direct		Monoculture x Discages	
0-10 cm	C (t/ha)	CV%	C (t/ha)	CV%	C (t/ha)	CV%
210-2000 _{µm}	6,25	16,50	3,95	7,00	2,86	8,32
53-210 _{µm}	6,09	19,60	5,33	13,57	3,90	8,50
< 53 _{µm}	6,22	3,60	4,09	10,20	2,83	16,65
TOTAL C (0-10 cm)	18,56	5,60	13,37	4,78	9,59	6,95
10-20 cm	C (t/ha)	CV%	C (t/ha)	CV%	C (t/ha)	CV%
210-2000 _{µm}	2,69	15,00	2,79	12,03	1,69	12,01
53-210 _{µm}	5,24	7,88	4,04	6,10	4,06	9,25
< 53 _{µm}	3,91	20,51	3,45	6,84	2,77	7,24
TOTAL C (10-20 cm)	11,84	6,86	10,29	7,41	8,52	7,86
TOTAL C (0-20 cm)	30,40		23,66		18,11	
C Relatif %	(100)		(78)		(60)	

1 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 terroirs répétés à chaque extrémité et intercalés au milieu (T₁ et T₂) - Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées.

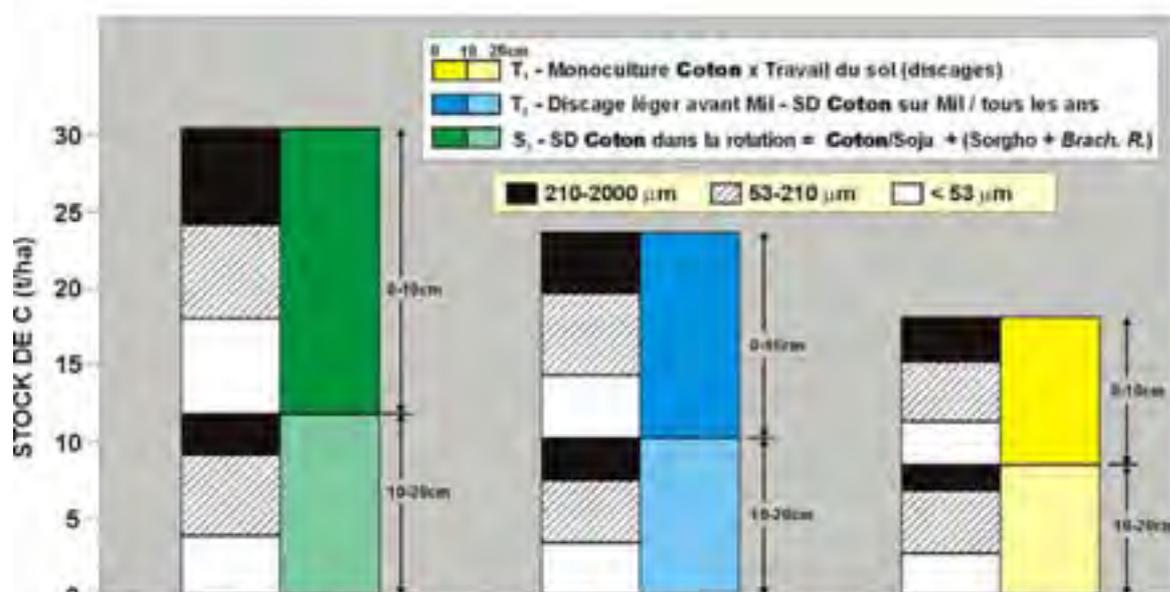
(*) - Moyenne de 3 répétitions - Échantillons prélevés sur les systèmes conduits avec Semis direct (SD) + 73P, O, + 40K, O

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot, J. Martin, L. Séguy, S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo, J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

FIG. 48

STOCK¹ DE CARBONE C (en tonne/ha) DANS L'HORIZON 0-20 CM (0-10 et 10-20cm), EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE APRÈS 3 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES TRÈS CONTRASTÉS

Écologie des cerrados humides d'altitude (600-700m) du Sud-Est Mato Grosso Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2005



1 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 terroirs répétés à chaque extrémité et intercalés au milieu (T₁ et T₂) - Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées.

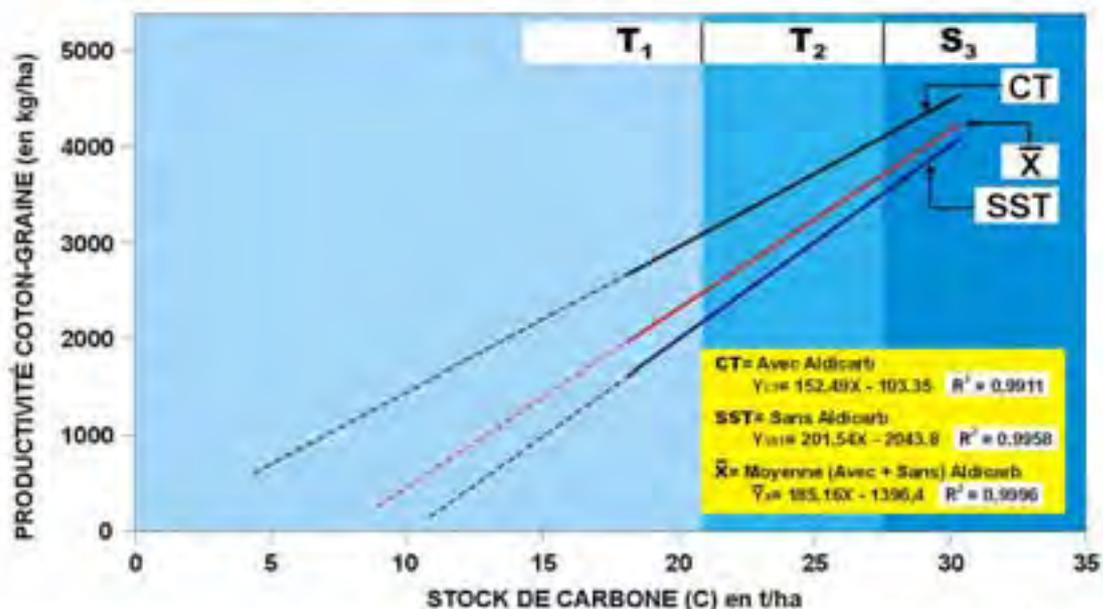
(*) - Moyenne de 3 répétitions - Échantillons prélevés sur les systèmes conduits avec Semis direct (SD) + 73P, O, + 40K, O

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot, J. Martin, L. Séguy, S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo, J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

FIG. 49

REGRESSIONS:⁹ PRODUCTIVITÉ MOYENNE DU COTON (en kg/ha de grain) x STOCK DE CARBONE (en t/ha) DANS L'HORIZON 0-20cm

Écologie des cerrados humides d'altitude (600-700m) du Sud-Est Mato Grosso
Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2005



1 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 témoins répétés à chaque extrémité et intercalés au milieu (T1 et T2) - Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées.

- T₁ - Monoculture **Coton** x Travail du sol (dissages)
- T₂ - Dissage léger avant M¹ - SD **Coton** sur M¹ / tous les ans
- S₃ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + (Sorgho + Brach. R.)

⁹ - Moyenne de 3 répétitions - Échantillons prélevés sur les systèmes possédant avec fumure réduite: 65N + 73P O₂ + 40K₂O

SOURCE: Projet FACIAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belet, J. Martin, L. Ségy, S. Bouznac - COODETEC: A. Marquem, M. Rodrigo, J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - IEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

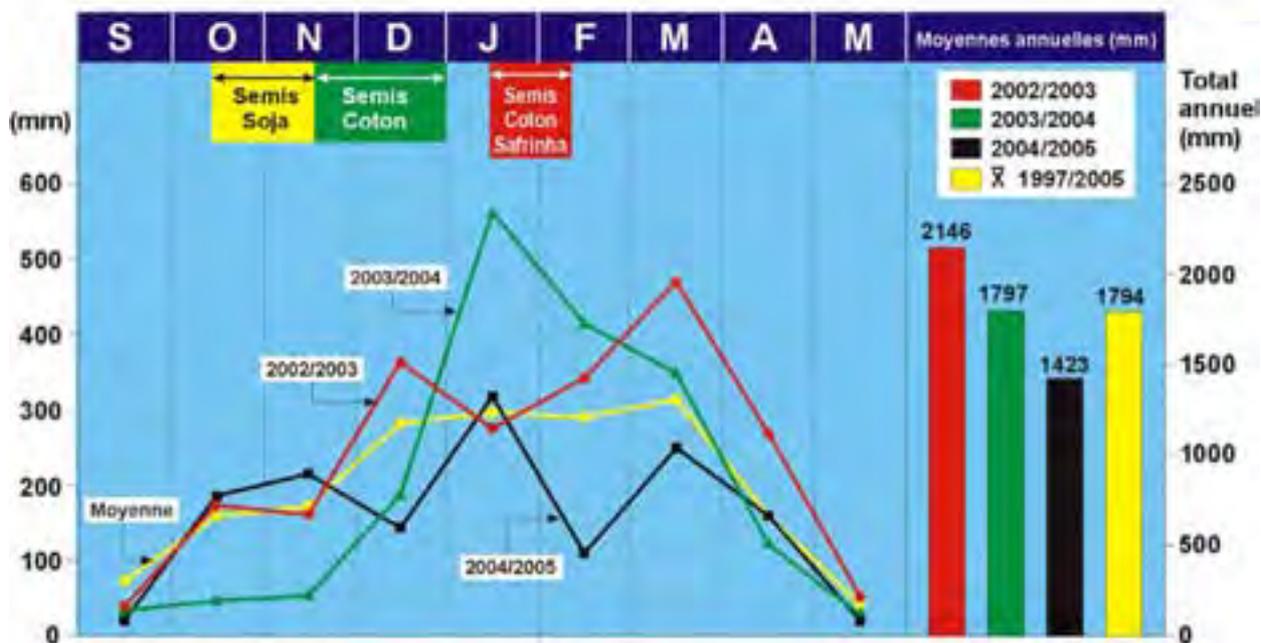
> LE COTON DE «SAFRINHA»⁹ EN SEMIS DIRECT :

Soit en succession du soja de cycle court, soit sur très forte biomasse (*Brachiaria ruziziensis* + *Sorgho*), a été implanté trop tard, le 10 février 2005. Il n'a ainsi bénéficié que de 2 mois de pluies (445 0mm) sur un cycle total de plus de 5 mois (Fig. 50); malgré ces conditions climatiques très défavorables, les systèmes SCV S2 (en succession du soja de cycle court) et sur forte biomasse, produisent, toutes variétés confondues, entre 2.200 et plus de 2.500 kg/ha de coton graine en présence de très faibles niveaux de fumure minérale (Fig. 51 et 52); la fertilisation minérale totale appliquée sur 2 ans à la rotation Soja + (Sorgho + *Brachiaria r.*) / *Brachiaria r.* + Coton safrinha (Système S4) n'est que de 46 N + 33 P + 80 K ; pour les niveaux de rendements obtenus: de 2 à 3 t/ha de coton safrinha et de 3 à 4 t/ha de soja, cette fumure légère couvre seulement les exportations de P, est déficitaire en K, et surtout en N comme le montre le tableau ci-après:

⁹ Culture de succession à niveau d'intrants plus faible.

FIG. 50

PLUVIOMÉTRIE DES CAMPAGNES AGRICOLES 2002-2005 Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2005

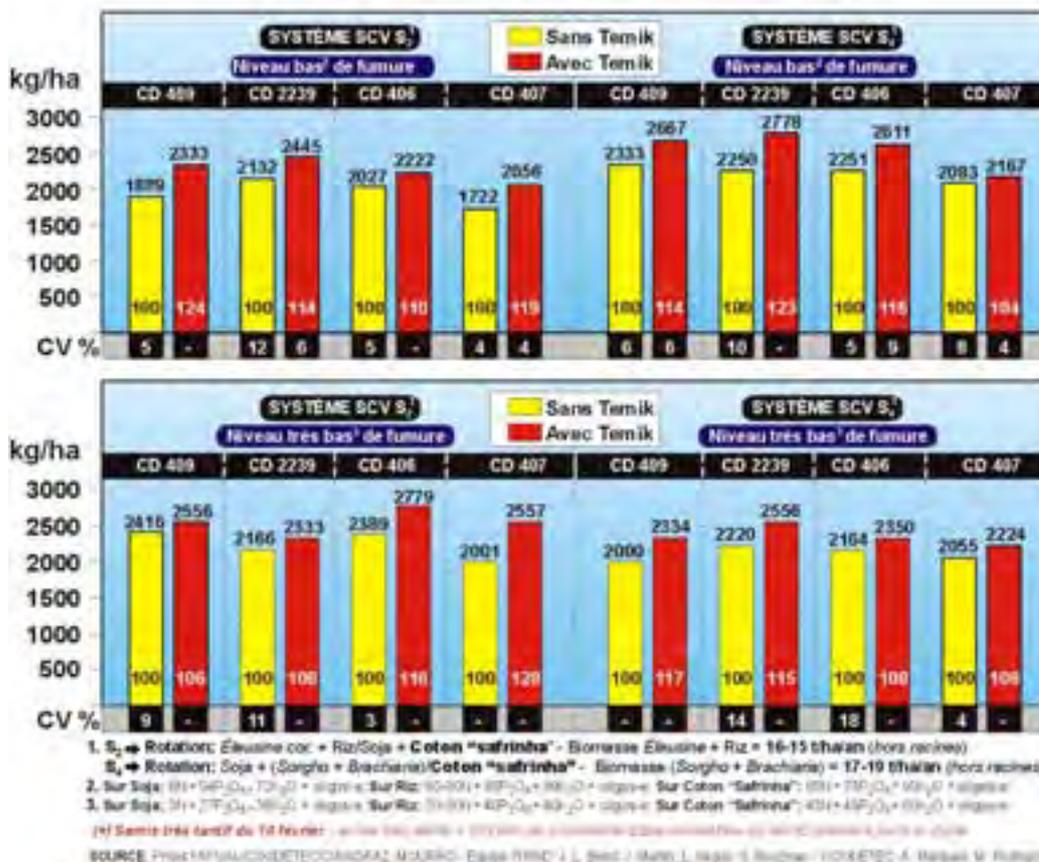


SOURCE: Fazenda Mourão - Campo Verde - MT - 2005

FIG. 51

PRODUCTIVITÉ DE 4 VARIÉTÉS DE COTON "SAFRINHA" DANS 2 SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT SUR FORTES BIOMASSES (SCV) ET EN PRÉSENCE DE 2 NIVEAUX BAS DE FUMURE MINÉRALE

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005

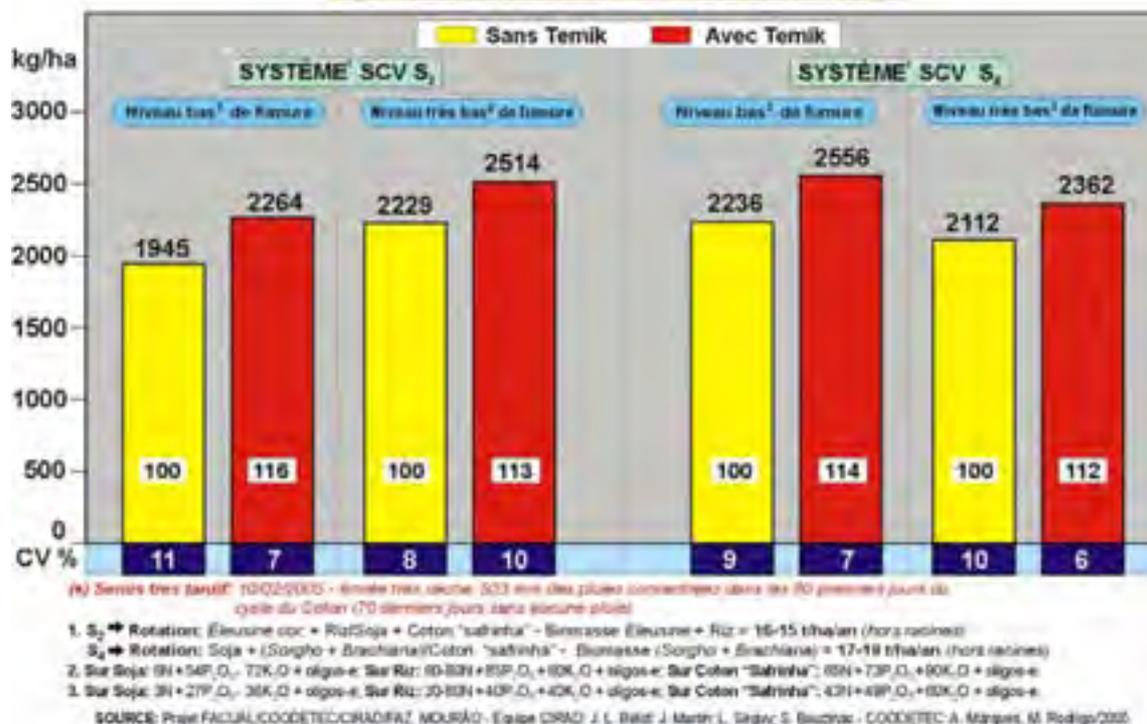


SOURCE: PIVET, M. F. M. (2005) ET CIRAD (2005). FAZENDA MOURÃO - Campo Verde (MT) - 2004/2005. L. PIVET, S. BOUTIER, J. C. KÉPÉC, A. MARTEL, M. PIVET (2005)

FIG. 52

PRODUCTIVITÉS MOYENNE ET RELATIVE DU COTON "SAFRINHA" DANS 2 SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT (SCV) ET AVEC FAIBLE FERTILISATION MINÉRALE, 4 VARIÉTÉS CONFUNDUES

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005



Hypothèses de Rendement en t/ha	EXPORTATIONS DE NUTRIMENTS MAJEURS NPK (en kg/ha)		
	N	P	K
Soja (1) 3 t/ha	150-180	15	51
Coton (2) 2 t/ha	52	6	32
TOTAL	202-232	21	83
Soja (1) 4 t/ha	200-240	20	68
Coton (2) 3 t/ha	77	9	48
TOTAL	277-317	29	116

(1) Source = EMBRAPA 1993 ; POTAFOS N° 94 Juin 2001

(2) Source = POTAFOS N° 69 Mars 1995 ; POTAFOS N° 94 Juin 2001

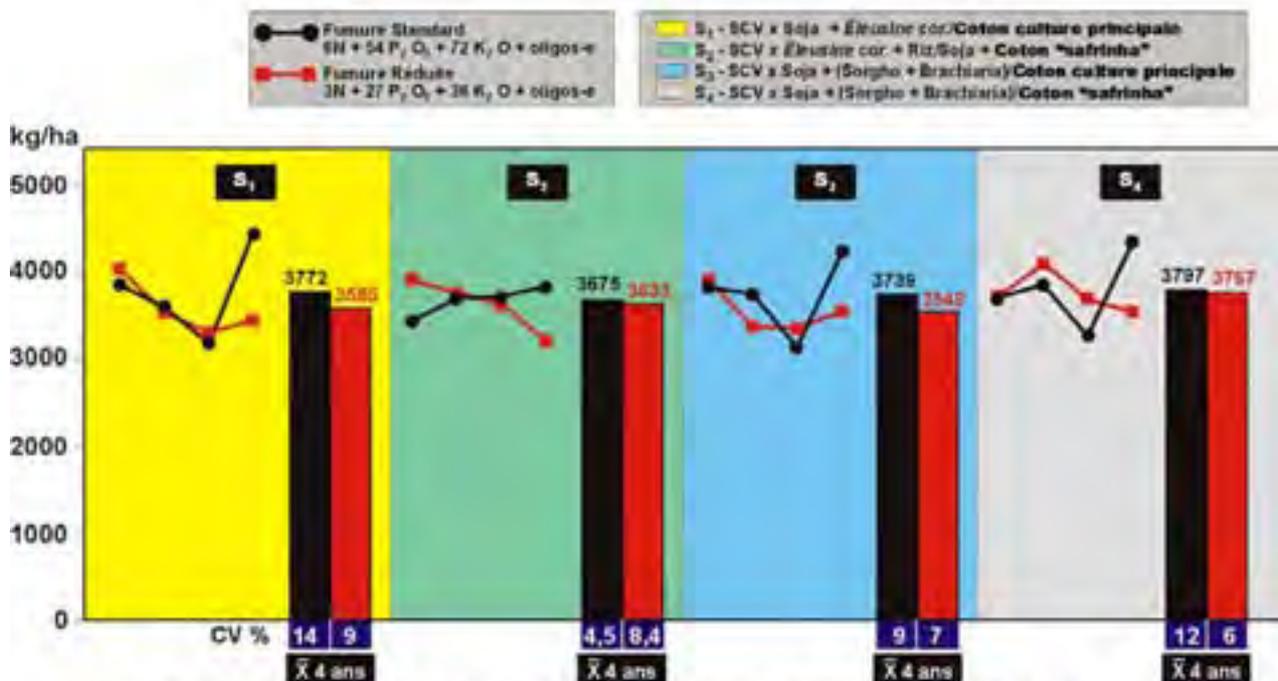
> LA CULTURE DE SOJA

(cv. CD 217) dans les systèmes SCV de «demain» S1, S3, S2 et S4 (Soja + safrinhas en rotation avec coton) obtient des productivités, en moyenne supérieures à 4,0 t/ha (maximum de 4,44 t/ha sur S1) avec la fumure standard, contre plus de 3.500 kg/ha avec la fumure faible (Fig. 53 et 54). Les rendements sont stables sur 4 ans. La productivité de ces 4 systèmes sur la rotation de 2 ans, qui est, sur la succession annuelle, d'en moyenne 3,5 t/ha de soja + 2,0 à 3,0 t/ha de coton graine avec la fumure faible, confirme bien, encore une fois, la forte capacité et stabilité de production du sol par voie organo-biologique, même en présence d'un minimum d'engrais minéral

FIG. 53

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DE SOJA¹ DE CYCLE COURT ET PRODUCTIVITÉ MOYENNE SUR 4 ANS DANS DIVERS SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT (SCV) SUR FORTES BIOMASSES ET EN PRÉSENCE DE 2 NIVEAUX² DE FUMURE MINÉRALE

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005



1 - En 2001/2002: Conquista; en 2002/2003: Moyenne de CD 211 + Conquista; en 2003/2004 et 2004/2005: CD 217

SOURCE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Bêlot, J. Martin, L. Séguy, S. Bouzard - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 54

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS DU SOJA DE CYCLE COURT¹ ET PRODUCTIVITÉ MOYENNE SUR 4 ANS (en kg/ha), DANS 4 SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT SUR FORTES BIOMASSES ET EN PRÉSENCE DE 2 NIVEAUX BAS² DE FUMURE MINÉRALE

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2001/2005

ANNÉES	S ₁ SD x Soja + Éleusine c./Coton		S ₂ SD x Éleusine + Riz/Soja + Coton Safrinha		S ₃ SD x Soja + (Sorgho + Brach.) /Coton		S ₄ SD x Soja + (Sorgho + Brach.) /Coton Safrinha	
	Fumure Standard	Fumure Réduite	Fumure Standard	Fumure Réduite	Fumure Standard	Fumure Réduite	Fumure Standard	Fumure Réduite
2001/2002	3856	4042	3442	3925	3831	3906	3706	3726
2002/2003	3599	3541	3700	3762	3754	3376	3853	4094
2003/2004	3192	3306	3720	3636	3138	3360	3276	3696
2004/2005	4440	3452	3839	3211	4232	3549	4352	3552
Moyenne	3772	3585	3675	3634	3739	3548	3797	3767
ET	522,7	319,5	167,2	305,5	452	253,7	443,8	230,8
CV%	13,8	8,9	4,5	8,4	12,1	7,1	11,7	6,1

1 - Variétés - En 2001/2002: Conquista; en 2002/2003: Moyenne de CD 211 + Conquista; en 2003/2004 et 2004/2005: CD 217

2 - Fumure Standard = 6N + 54P₂O₅ + 72K₂O + oligo-e/ha

Fumure Réduite = 3N + 27P₂O₅ + 36K₂O + oligo-e/ha

SOURCE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Bêlot, J. Martin, L. Séguy, S. Bouzard - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

> LA QUALITE BIOLOGIQUE DES SOLS:

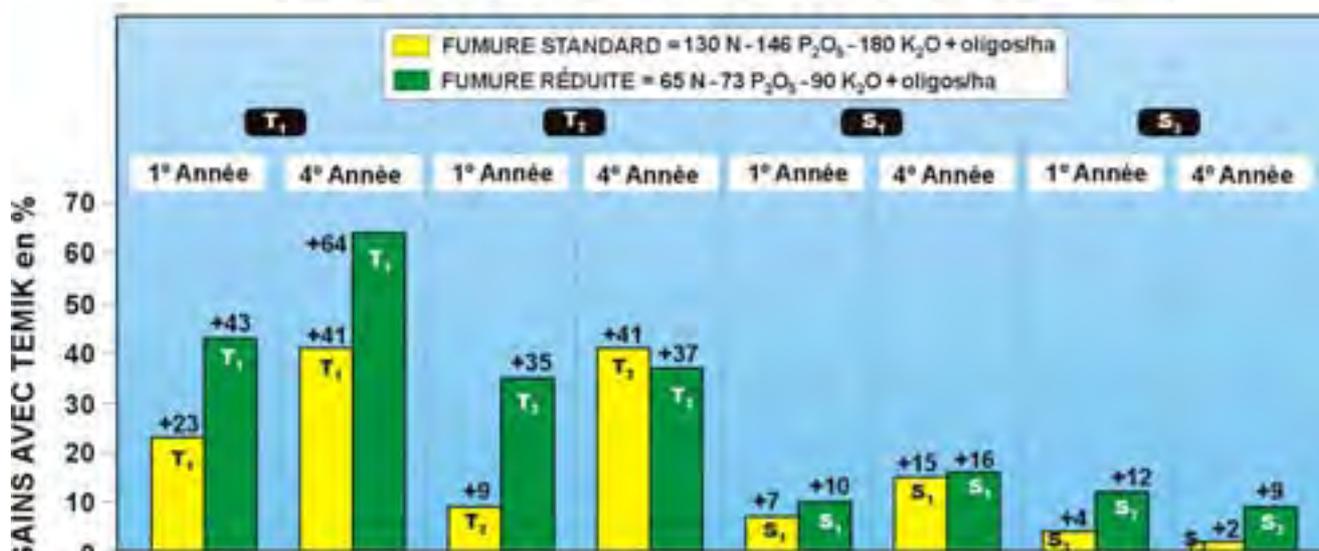
est bien mise en évidence dans les systèmes cotonniers SCV S3 où l'effet de l'Aldicarb (*nématicide et phytostimulateur, p.c.: Temik*) sur les gains de productivité est minimum, toutes variétés confondues (Fig. 55); à l'inverse, les gains de productivité grâce à l'Aldicarb ont fortement progressé sur le système «d'hier» T1 en voie de dégradation avec Travail du sol x Monoculture de coton : de 23% à 41% entre la 1^o et la 4^o année de culture en présence de la fumure forte, et de 43% à 64% dans les mêmes conditions avec la fumure faible. Sur le système T2, «d'aujourd'hui», le semi-direct, les gains dus à l'application de l'Aldicarb ont progressé de 9 à 41% sur la fumure forte entre la 1^o et la 4^o année de culture et restés stables sur la fumure réduite. Sur les systèmes SCV S3, les gains de rendements sont minimums et non significatifs avec la fumure forte: de 4% en 1^o année à 2% en 4^o année, et restent très modérés et en voie de régression sur la fumure réduite où ils passent de 12% en année 1 à 9% en année 4.

FIG. 55

GAINS COMPARÉS DE PRODUCTIVITÉ¹ (%) DÛS À L'APPLICATION DE TEMIK (Aldicarb) AU SEMIS, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE, (4 VARIÉTÉS CONFONDUES), ENTRE LA 1^o ANNÉE ET LA QUATRIÈME ANNÉE DE CULTURE

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005²

T₁ - Monoculture Coton x Travail du sol
 T₂ - Discage léger avant Mil - SD Coton sur Mil / tous les ans
 S₁ - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + Éleusine
 S₂ - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + (Sorgho + *Brachiaria Ruziziensis*)



1 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 témoins répétées à chaque extrémité et intercalés au milieu (T₁ et T₂) - Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées. Moyenne de 4 variétés (sans Temik): CD 406; CD 407; CD 98-32; CD 99-2239

2 - Sol de texture sablo-argileuse (20-27% d'argile; 70-75% de sables)

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC CIRAD FAZ MOURÃO - Equipe CIRAD: J.L. Baret, J. Martin, L. Seguy, S. Bwczak - COODETEC: A. Marques, M. Rufino 2005

> LES INTERACTIONS «GENOTYPES x ENVIRONNEMENT»:

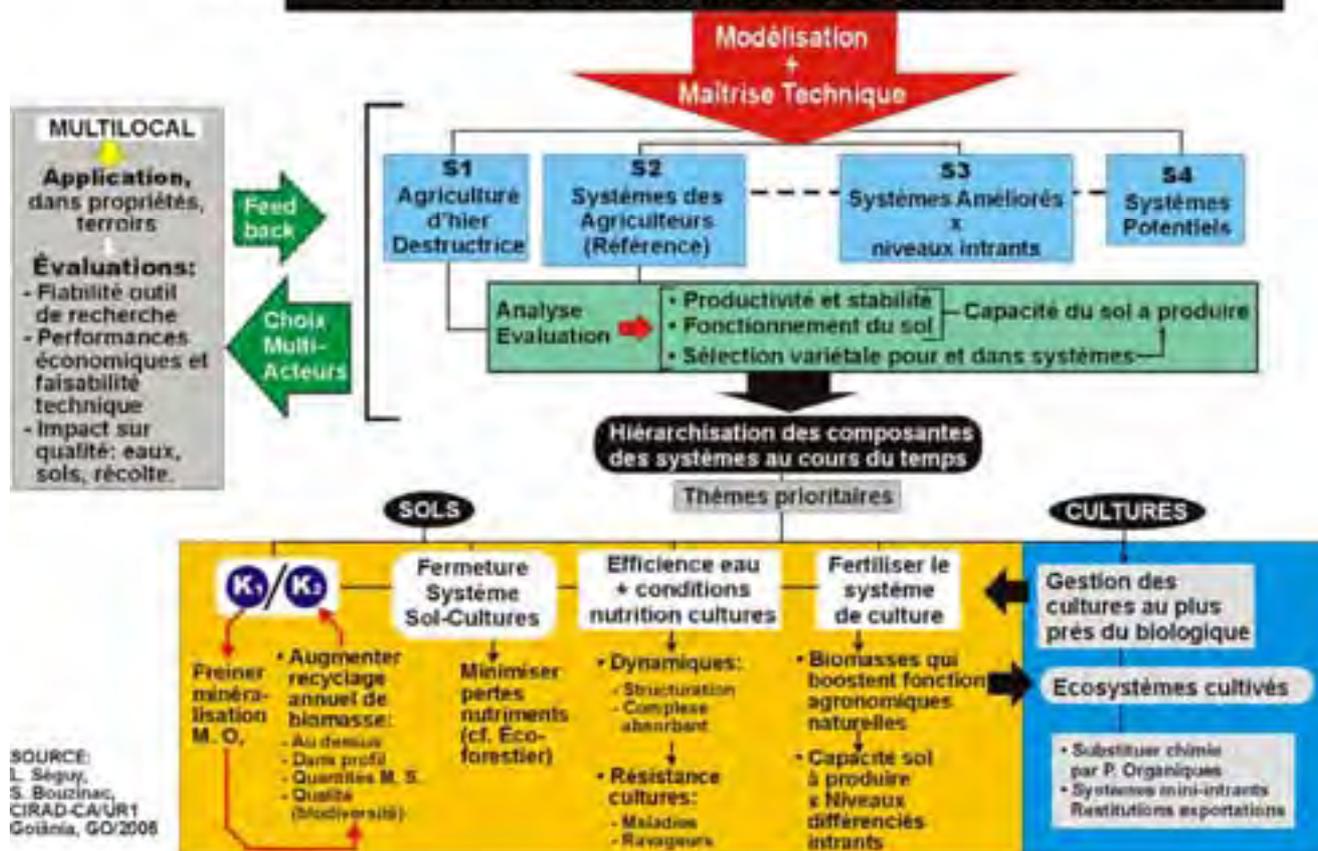
Un outil méthodologique de choix: les matrices pérennisées des systèmes de culture (Fig. 56).

Les systèmes de culture, en fonction de leur nature, transforment plus ou moins rapidement et fortement les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols : en modifiant l'espace structural et sa qualité, ils agissent sur les propriétés fondamentales hydrodynamiques du profil cultural et la circulation des fluides, la température, qui déterminent les conditions et l'intensité de l'activité biologique et de la dynamique de la Matière Organique, l'état sanitaire, le cycle géochimique des éléments nutritifs, etc. (L. Séguy, S. Bouzinac et al. 2001 - 2004).

Les relations Sol-Cultures, de manière générale, sont directement affectées, influencées par ces transformations qui constituent un objet de recherche prioritaire (UR 1 – UR 10). Dans sa démarche expérimentale *in situ*, replacée dans les agricultures d'aujourd'hui et leurs problématiques prioritaires, **les objectifs de la recherche sont d'identifier** les principaux mécanismes responsables des transformations du sol, et surtout **de les hiérarchiser** au cours du temps et **au cœur du fonctionnement d'ensemble du sol, pour pouvoir les reproduire (les maîtriser)** afin de construire un outil expérimental discriminant, qui doit servir de support – laboratoire de veille et d'action pour l'étude évolutive de ces transformations et de leurs impacts sur la capacité de production du sol, sa qualité biologique, celle des eaux et des productions.

Lorsque l'on maîtrise les techniques qui permettent de reproduire le fonctionnement différencié des systèmes de culture, il devient possible, **en agissant de manière ciblée sur les composantes les plus “ transformantes” du sol (vitesse, intensité)**, de bâtir des dispositifs expérimentaux qui réunissent une gamme de systèmes de culture très contrastés, différenciés, quant à leur pouvoir de transformation du profil cultural, et à leurs impacts environnementaux. **On reproduit alors, sur un espace expérimental limité et contrôlé (quelques dizaines d'hectares), une forte variabilité des conditions physiologiques de croissance pour les cultures, de leurs relations avec le potentiel semencier d'adventices, les ravageurs, les maladies cryptogamiques, soit un support expérimental d'élection pour l'étude du fonctionnement agronomique des systèmes de culture, mais également un outil de choix pour la sélection variétale, qui va disposer d'une large gamme de situations évolutives et contrôlées de croissance pour les cultures. Le sélectionneur peut ainsi, sur un même sol et sous les mêmes conditions climatiques, soumettre ses créations (descendances de croisements, variétés) à un différentiel de contraintes agronomiques, contrôlées et évaluées** : par exemple, en sélectionnant sur les systèmes les plus contraignants pour les sols et les plus limitants pour les cultures, le sélectionneur et le généticien vont viser le tri des caractéristiques de rusticité du matériel végétal, de stabilité – capacité à produire dans des conditions de contraintes croissantes dues à la dégradation continue du profil cultural (*nématodes et état sanitaire en général, dégradation de l'état structural, perte accélérée de la matière Organique et de la vie biologique, etc. ...*) ; à l'inverse, sur les systèmes de culture tels que les SCV, très forts pourvoyeurs de biomasse diversifiée en rotation (*au-dessus et dans le profil cultural*), qui améliorent les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol, sa capacité à produire avec un minimum d'intrants, son état sanitaire général, le sélectionneur et le généticien peuvent se consacrer essentiellement à l'amélioration continue de la productivité et de la qualité, car l'incorporation croissante de résistances – tolérances pour répondre à la dégradation progressive du profil cultural devient totalement secondaire.

FIG. 56 MATRICE DES SYSTÈMES DE CULTURE TRÈS CONTRASTÉS À FORT IMPACT, POUVOIR TRANSFORMANT, DU PROFIL CULTURAL



Au total, un tel dispositif expérimental, véritable “matrice des systèmes de culture différenciés” et outil de Recherche-Action en prise directe dans les agricultures du Sud (*pour, avec et dans les grandes agricultures mécanisées et les petites agricultures familiales*), permet à l’agronome maître d’œuvre intégrateur et aux spécialistes associés : le sélectionneur, le généticien, le physiologiste, etc. ... **d’œuvrer ensemble au profit de l’optimisation des relations «Géotypes x Environnement».**

L’implantation raisonnée et rigoureuse de ces matrices en fonction de la variabilité du milieu physique et socio-économique tropical, et leur pérennisation sur au moins 5 à 6 ans (*confrontation avec une variabilité climatique et économique suffisante*) a permis de créer un dispositif général de Recherche-Action, organisé en réseau, placé au cœur des problématiques prioritaires de développement des agricultures du Sud et de contribuer aux progrès significatifs de l’agriculture de conservation qui peut maintenant servir et bénéficier de plus en plus les agricultures les plus pauvres et les plus déshéritées de la planète (*Réseau tropical SCV du CIRAD-CA : Afrique, Madagascar, Amérique du Sud, Asie*).

Tri variétal Pour et Dans les Systèmes de culture

La modélisation initiale des systèmes et leur maîtrise agro-technique (*basée sur nos solides acquis et savoir faire accumulés entre 1985 et 2000*), a permis de mettre en place en 2001 une matrice qui réunit des systèmes à fort niveau d’impact – transformation du profil cultural.

Exceptée la 1^o année qui a servi à l’homogénéisation de l’unité expérimentale (sol sableux dégradé), la différenciation des systèmes de culture s’opère dès la 2^o année de culture et s’accroît ensuite d’année en année, comme le montrent les résultats exposés au chapitre précédent.

La Fig. 57, qui **traite de l’évolution des performances variétales du cotonnier en fonction des systèmes**, met en évidence :

- **L'émergence d'une variété à comportement homéostatique, CD 409**, qui se montre, dès la 3^e année, la plus productive et la plus stable sur l'ensemble des systèmes : elle amortit, minimise les différences de conditions agronomiques créées par les systèmes. Elle allie à la fois, rusticité et hautes performances de production.
- **A l'inverse, la plupart des autres cultivars sont très sensibles à la nature des systèmes pratiqués**, et les différences de rendement, déjà importantes en 3^e année entre système destructeur du sol (T1) et système restaurateur SCV (S3), s'accroissent en 4^e année.

Les Fig. A et B, qui expriment **les performances variétales en 4^e année en fonction du système de culture** et du niveau de fumure, montrent, en l'absence d'Aldicarb (*nématicide et phytostimulant*) :

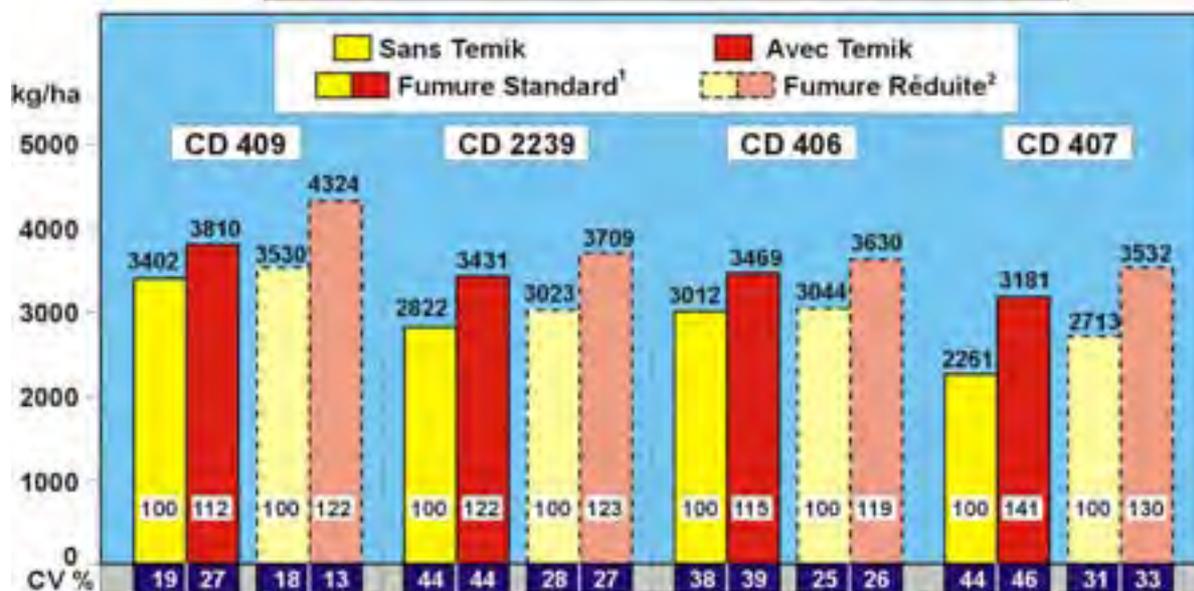
- **l'écart de rendement** sur le système d'hier **T1**, destructeur, **entre la meilleure variété (CD 409) et la pire (CD 407) est de 89%** avec la forte fumure, et **de 74%** avec la fumure réduite de moitié ;
- **Sur le système régénérateur (résilience) SCV S3**, cet écart de rendement entre ces mêmes variétés tombe à 11% sur fumure forte et 16% sur fumure réduite ;
- **Le système T2, «d'aujourd'hui», semi-direct (TCS)**, est intermédiaire entre les 2 : 35% et 54% d'écart de rendement dans les mêmes conditions ;
- **Quand le milieu de culture est très contraignant (T1)**, les qualités variétales réunies sous le vocable de «rusticité» s'expriment et permettent de sélectionner le type de matériel génétique (CD 409) qui peut minimiser les transformations négatives du profil cultural pour la production (*nématodes, déstructuration, perte de matière organique, forte sensibilité aux aléas climatiques, pression croissante des adventices, des ravageurs et des maladies, etc. ...*) ;
- **A l'inverse, lorsque le système de culture restaure rapidement la fertilité** par voie organo-biologique (*séquestration forte de C, restructuration de l'espace poral favorable à l'enracinement et aux propriétés hydrodynamiques, contrôle naturel des adventices, moindre sensibilité aux maladies et aux ravageurs etc. ...*), **tout le matériel génétique** qui présente un bon potentiel de production **peut s'exprimer sans contraintes ni limitations** : les cultivars montrent des **rendements très élevés et très voisins** les uns des autres, traduisant un **nivellement par le haut** des performances variétales, aussi bien sur la fumure standard que sur la fumure réduite de moitié ;
- **Les systèmes SCV S1 et S3 (excepté le système S1 avec fumure forte, infesté de nématodes par des externalités exogènes) expriment leur très fort pouvoir d'impact transformateur – régénérateur de la fertilité** : la restauration rapide des propriétés biologiques et physiques, permet d'obtenir **un niveau élevé de productivité** de tous les cultivars, et **de plus équivalent entre fumure standard et fumure réduite de moitié**, dès la 4^e année (*Résilience «boostée»*).

FIG. A

PRODUCTIVITÉS MOYENNE ET RELATIVE DE 4 VARIÉTÉS DE COTON AVEC ET SANS TEMIK (Aldicarb), TOUS SYSTÈMES CONFONDUS

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005

T₁ - Monoculture **Coton** x Travail du sol
 T₂ - Discage léger avant Mil - SD **Coton** sur Mil / tous les ans
 S₁ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton**/Soja + Éleusine
 S₂ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton**/Soja + (Sorgho + *Brachiaria Ruziziensis*)



1 - Fumure standard = 130N - 146 P₂O₅ - 180 K₂O + oligos/ha

2 - Fumure réduite = 1/3 Fumure standard: 65N - 73 P₂O₅ - 90 K₂O + oligos/ha

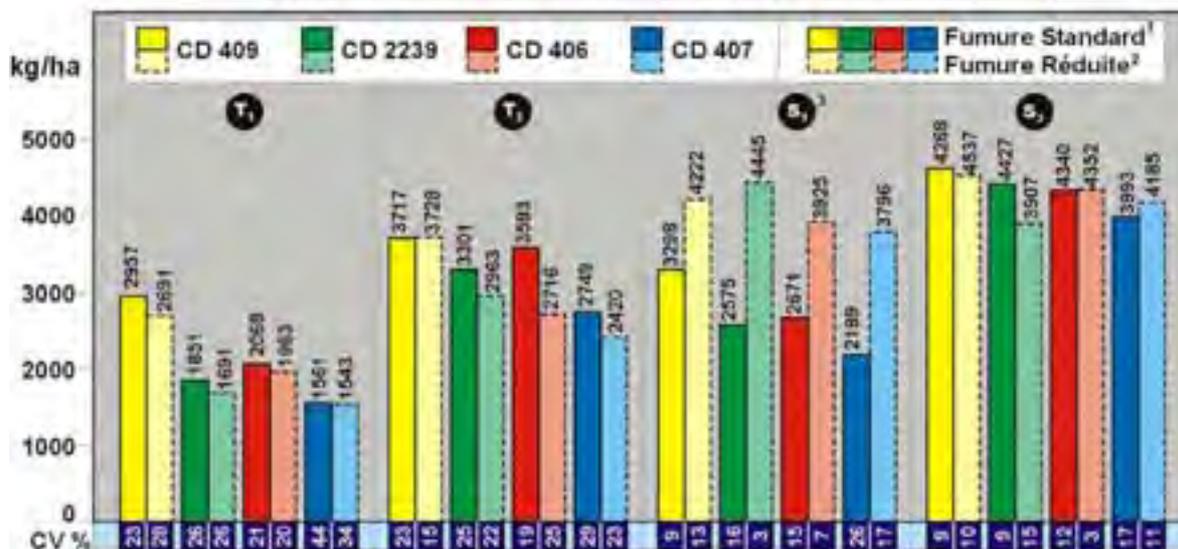
SOURCE: Projeto FASCIAL COODETEC-CRAD FAZ. MOURÃO - Equipe CRAD: J. L. Bait, J. Harin, L. Sique, S. Baccini - COODETEC: A. Marques, J. Rodrigo 2005

FIG. B

PRODUCTIVITÉ MOYENNE AVEC ET SANS TEMIK (Aldicarb), DE 4 VARIÉTÉS DE COTON EN CULTURE PRINCIPALE, EN FONCTION DES SYSTÈMES DE CULTURE

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005

T₁ - Monoculture **Coton** x Travail du sol
 T₂ - Discage léger avant Mil - SD **Coton** sur Mil / tous les ans
 S₁ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton**/Soja + Éleusine
 S₂ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton**/Soja + (Sorgho + *Brachiaria Ruziziensis*)



1 - Fumure standard = 130N - 146 P₂O₅ - 180 K₂O + oligos/ha

2 - Fumure réduite = 1/3 Fumure standard: 65N - 73 P₂O₅ - 90 K₂O + oligos/ha

3 - Forte infestation de nématodes dans la parcelle avec fumure standard

SOURCE: Projeto FASCIAL COODETEC-CRAD FAZ. MOURÃO - Equipe CRAD: J. L. Bait, J. Harin, L. Sique, S. Baccini - COODETEC: A. Marques, J. Rodrigo 2005

Les figures 57, 58 et 59, qui réunissent **les études de régression entre le rendement de chaque variété dans chaque système et le rendement moyen de l'ensemble des variétés/système, confirment :**

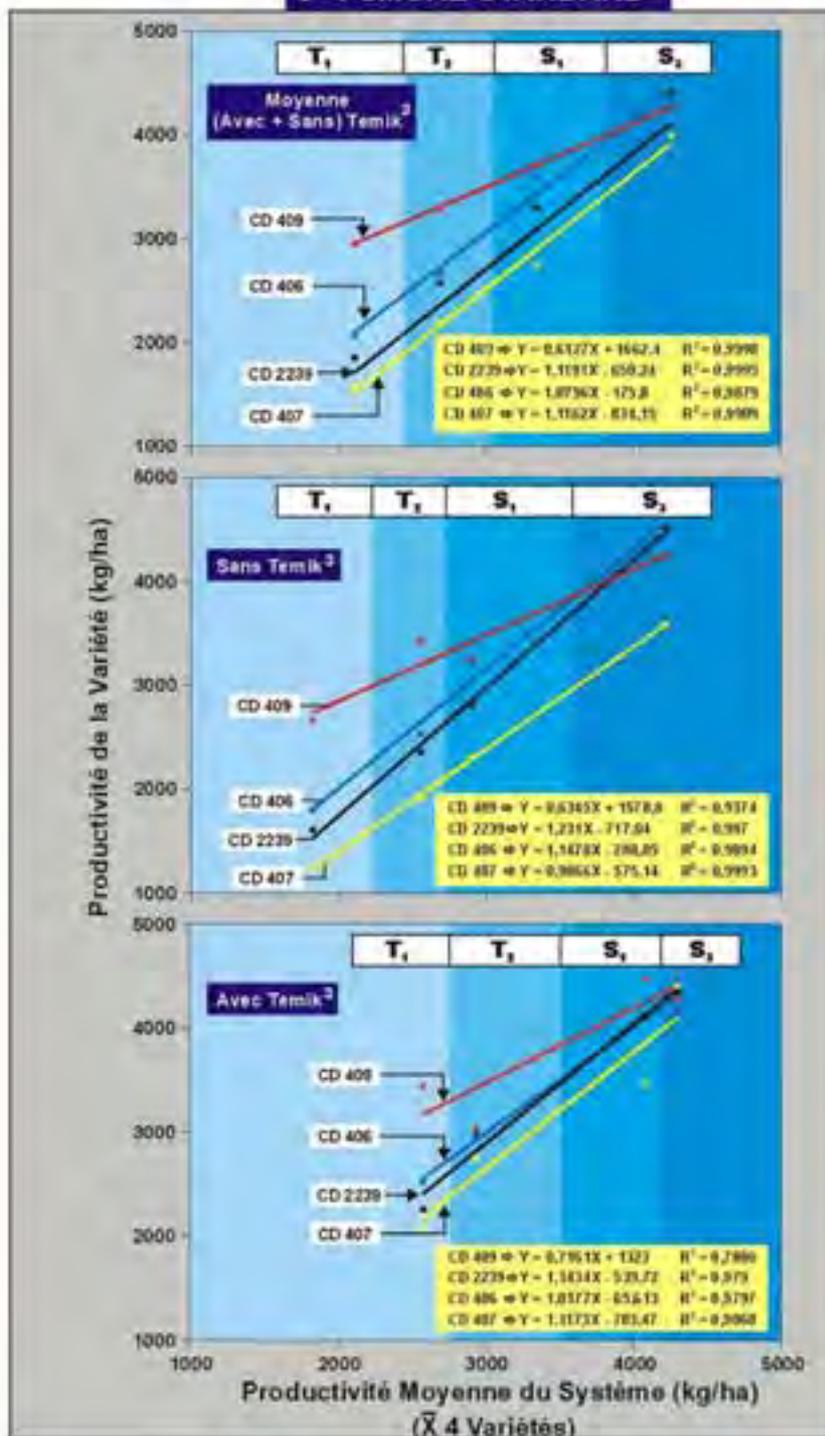
- Le comportement homéostatique de la variété CD 409 qui présente la meilleure stabilité de production dans la forte variabilité des conditions de croissance offerte par l'ensemble des systèmes de culture différenciés à fort niveau d'impact ;
- Cette stabilité de production de la variété CD 409 face à une forte variabilité environnementale représentée par les systèmes de culture, s'exprime dans tous les cas étudiés : avec ou sans Aldicarb, en présence de la fumure standard ou de la fumure réduite, avec les 2 niveaux de fumure ensembles ;
- A l'inverse, la plupart des autres cultivars et en particulier la CD 407, expriment une forte sensibilité aux systèmes pratiqués : obtention d'une très faible productivité sur sol travaillé en voie de dégradation active et continue, et au contraire de très forts rendements sur SCV S3 (*régénérateur*);
- Les droites de régressions réunies sur les divers graphiques (*Fig. 57 à 59*) montrent bien que, sur les SCV, toutes les variétés se rejoignent à des rendements très voisins et nivelés par le haut.

FIG. 57

RÉGRESSIONS "VARIÉTÉ COTON x SYSTÈME¹ DE CULTURE"

Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2004/2005

I - FUMURE STANDARD²



1 - Systèmes de Culture

- T₁ - Monoculture **Cetea** x Travail du sol
- T₂ - Discage léger avant MI - 6D **Cetea** sur MI / tous les ans
- S₁ - 5D **Cetea** dans la rotation = **Cetea**/Soja + Éleusine
- S₂ - 5D **Cetea** dans la rotation = **Cetea**/Soja + (Sorgho + Brachiaria Ruzizhensis)

2 - Fumure Standard: 130N - 146P₂O₅ - 180K₂O + oligos/ha

3 - Temik: Matière active (Aldicarb)

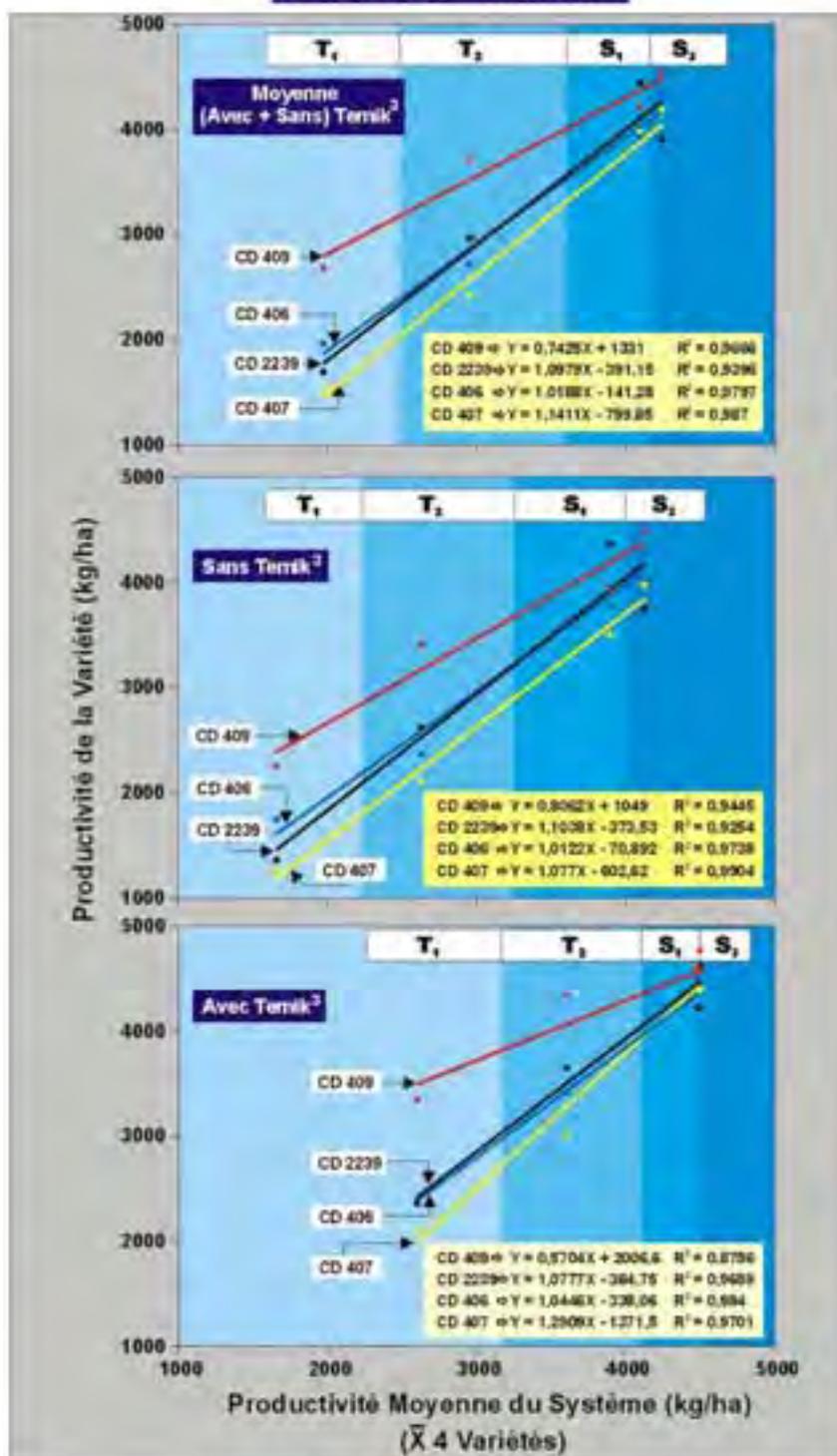
SOURCE: Projet FAO/ALCOODETEC/CIRAD/FAZ MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Bélot, J. Martin, L. Séguy, S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 58

RÉGRESSIONS "VARIÉTÉ COTON x SYSTÈME DE CULTURE"

Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2004/2005

II - FUMURE RÉDUITE²



- 1 - Systèmes de Culture →
- T₁ - Monoculture Coton x Travail du sol
 - T₂ - Discage léger avant MI - SD Coton sur MI / tous les ans
 - S₁ - SD Coton dans la rotation = Coton Soja + Eleusine
 - S₂ - SD Coton dans la rotation = Coton Soja + (Sorgho + Brachiaria Ruzizensis)

2 - Fumure Réduite: 85N + 73P₂O₅ + 90K₂O + oligos/ha

3 - Temik: Matière active (Aldicarb)

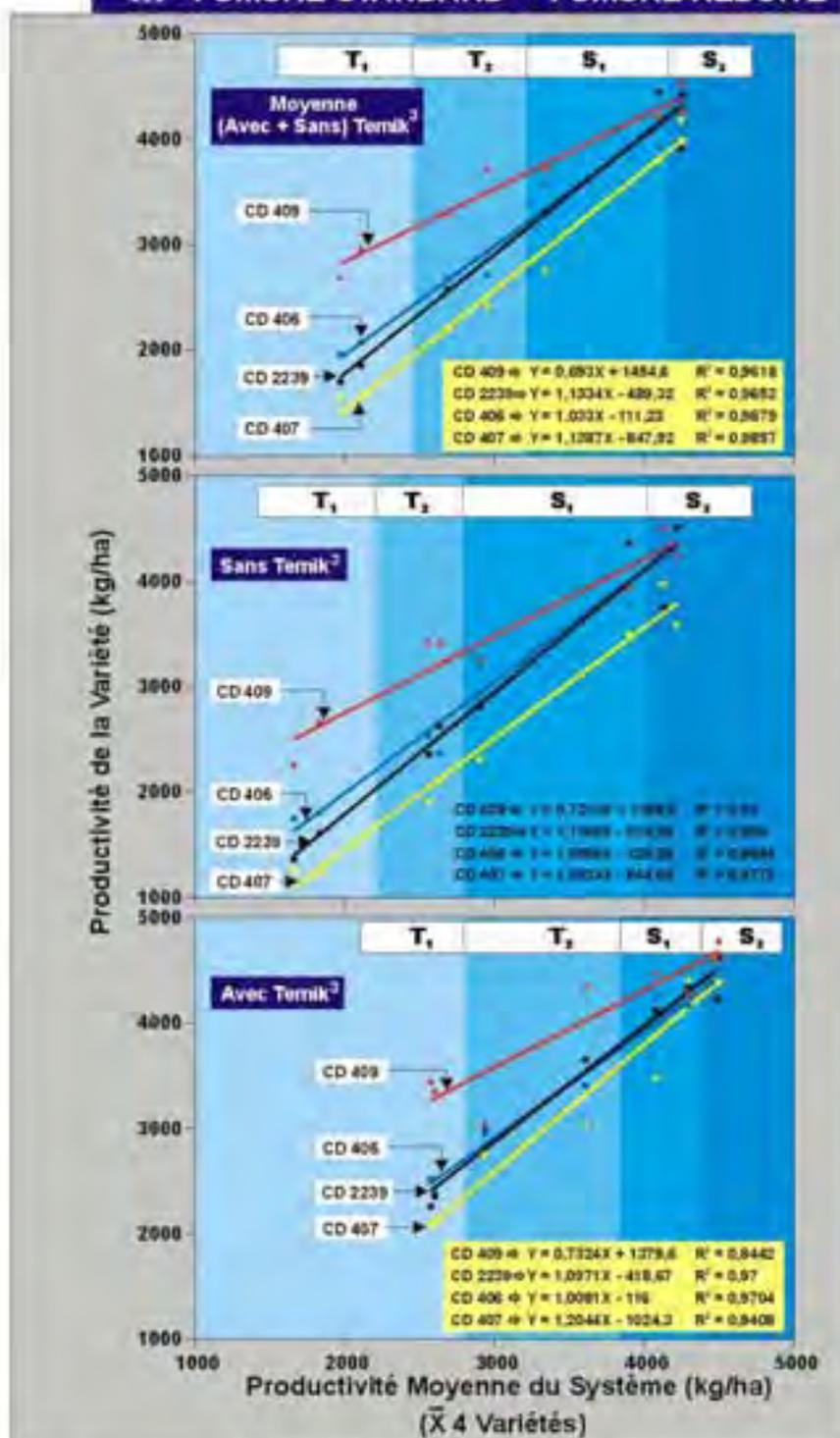
SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Beiot, J. Martin, L. Ségué, S. Boucinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 59

RÉGRESSIONS "VARIÉTÉ COTON x SYSTÈME DE CULTURE"

Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2004/2005

III - FUMURE STANDARD² + FUMURE RÉDUITE²



- 1 - Systèmes de Culture →
- T₁ - Monoculture Coton x Travail du sol
 - T₂ - Disage léger avant MI - SD Coton sur MI / tous les ans
 - S₁ - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + Eleusine
 - S₂ - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + (Sorgho + Brachiaria Ruzizensis)
- 2 - Fumure Standard: 130N - 146P₂O₅ - 180K₂O + oligos/ha
 Fumure Réduite: 85N + 73P₂O₅ + 90K₂O + oligos/ha
- 3 - Temik: Matière active (Aldicarb)
- SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ, MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belzot, J. Martin, L. Seguy, S. Bouzinac - COODETEC, A. Marques, M. Rodrigo/2005

Les performances de la variété CD 409, évaluées à partir du réseau multilocal par la Fondation Rio Verde¹⁰, sur divers municipes de la ZTH situés entre 300 et 450 km de notre unité de recherche de Campo Verde (*municipes de Lucas do Rio Verde et Sorriso*), confirment l'excellente adaptabilité de ce cultivar comme le montre le tableau récapitulatif ci-après :

LIEU et date de semis	PRODUCTIVITE (en @/ha)	CLASSEMENT* Variété CD 409	MEILLEURE VARIETE* (et sa Productivité)
Municipe Lucas Rio Verde			
(Fondation) 06/01/05	193,3	abc	FMX 977 (201,2)
(Fondation) 27/01/05	200,7	cde	CD 406 (233,0)
(Faz. Guimarães) 27/01/05	363,7	ab	SG 821 (384,8)
(Faz. Guimarães) 03/02/05	297,1	abc	FMX 966 (316,9)
Municipe Ipiranga do Norte			
11/01/05	272,9	a	- -
27/01/05	242,8	a	- -
04/02/05	212,9	ab	SG 821 (224,4)
Municipe Sorriso			
31/01/05	224,2	ab	CD 410 (227,4)
07/02/05	219,5	a	- -

* ppds à 5% (essais en blocs à 4 répétitions)

Le dispositif expérimental, en vraie grandeur, “ Matrice pérennisée des systèmes de culture ” se révèle donc un précieux outil pour la sélection variétale coton : il permet d'évaluer rigoureusement la stabilité et la sensibilité du matériel génétique (*lignées, variétés*) en fonction de la variabilité du milieu (*systèmes de culture différenciés à fort pouvoir d'impact sur le sol*) sur un espace limité.

Il peut ainsi permettre aussi bien d'évaluer – trier précocement des descendances de croisements que des variétés fixées qui doivent être lancées commercialement, en fonction de ces critères de stabilité – sensibilité à la variabilité du milieu.

Il est, en outre, un outil de diagnostic et de prévision régional des rendements en s'appuyant sur les indicateurs suivants :

- la nature des systèmes pratiqués,
- les variétés utilisées,
- le stock de carbone du sol (*ou la teneur de matière organique*).

Il constitue aussi un outil de promotion pour la commercialisation des nouveaux cultivars, en offrant aux agriculteurs, en partant de leur situation initiale, non seulement de nouvelles variétés, mais aussi les systèmes de culture les plus performants, qui permettent au matériel génétique d'exprimer pleinement son potentiel, au coût le plus bas possible.

Il permet enfin de faire progresser en synergie systèmes de culture et amélioration variétale, et donc de mieux appréhender la notion de potentiel de production (*l'expliquer*), en faisant progresser de front potentiel variétal et capacité de production du sol.

Mais l'efficacité de ce dispositif «matrice des systèmes», son pouvoir discriminant (*et expliqué*) à la fois pour la sélection et le fonctionnement agronomique des systèmes, est conditionné par une analyse rigoureuse préalable des composantes principales des systèmes de culture qui déterminent leur pouvoir d'impact, de transformation du profil cultural (*nature, intensité des fonctions de transformation, et propriétés transformées*).

Enfin, si il est fondamental de maîtriser la compréhension du fonctionnement des systèmes (*hiérarchisation évolutive des composantes*), il est aussi important de maîtriser la Pratique des

¹⁰ Partenaire du CIRAD-CA/UR 1, basé à Lucas do Rio Verde (MT)

systèmes pour les reproduire. Ce thème devrait être un objet d'étude privilégié de la recherche agronomique : s'investir à comprendre, maîtriser les objets que l'on veut transformer.

2.2.2. CHANGEMENT D'ECHELLE D'APPLICATION: de la «matrice des systèmes» à la culture commerciale sur la Fazenda Mourão

La fazenda Mourão qui accueille et appuie nos travaux R-D, a planté essentiellement du coton et du soja comme culture principale au cours de la campagne 2004/05 ; les résultats obtenus sont les suivants :

CULTURE	SURFACE PLANTEE (en ha)	PRODUCTIVITE GRAIN (en kg/ha)	PRODUCTIVITE PLUME (en @/ha*)
COTON	3.187	4.095	104,4 (**)
SOJA	1.237	2.971	-

(*) 1,0 @ (une «arroba») = 15 kg

(**) Rendement moyen en fibre = 38,23%

- Les rendements moyens de coton, en période de restriction sur les coûts de production, sont exemplaires ; ceux du soja sont plutôt modestes, à cause de la très forte pression croissante de la rouille asiatique (*Phakospora pachyrhizi*), dont le contrôle chimique est onéreux et oblige le producteur à économiser sur les autres intrants (*engrais en particulier*).
- **Nos technologies les plus performantes** aux plans de la productivité des systèmes SCV au moindre coût et de la minimisation des impacts sur l'environnement **sont transférées – appliquées et pratiquées en grande culture sur la fazenda** : la succession «Soja + (Maïs ou Sorgho associés à *Brachiaria ruziziensis*)» en rotation avec coton l'année suivante constitue la première des innovations technologiques urgente à diffuser dans toute la zone cotonnière du Mato Grosso, comme alternative au système de "semi-direct" actuellement le plus utilisé.
- **La variété de maïs IRAT 200, associée à *Brachiaria ruziziensis*, sans intrants**, implantée en mars 2004 en Semis Direct et succession du soja a produit sur 30 ha une moyenne de **3.600 kg/ha** ; **la culture de coton** sur forte biomasse qui a suivi en 2004/05 a obtenu un rendement de **295,0 @/ha (ou 4.425 kg/ha)**, soit **8,0% de plus que la moyenne de la fazenda**.
- **En février mars 2005, la variété de maïs IRAT 200** a été multipliée **en Semis Direct et succession du soja, sur 480 ha**, dont 139 ha en semis trop tardif (mars), pour être diffusée dans la région ; **la productivité moyenne a été de 2.800 kg/ha** en incluant les 139 ha peu productifs des semis trop tardifs ; la surface plantée dans les dates recommandées (*février*) a atteint une productivité de 3.354 kg/ha sans intrants ; le coût de production du maïs, inférieur à 100 \$/ha, offre une bonne rentabilité sans prise de risque (*entre 120 et 200 \$/ha de recettes suivant les prix payés*) et garantit un fort impact sur la fertilité du sol qui est fortement rechargé en résidus de récolte et reste couvert toute l'année, et sur le contrôle des adventices (*réduction des coûts d'herbicides sur la culture de coton suivante*).
- **Ces grandes parcelles qui intègrent nos technologies SCV, sont très visitées par les agriculteurs, les agronomes et les techniciens de la région (vecteurs de diffusion)**, constituent des **supports précieux de démonstration** au cours des « jours de champs » organisés et montrent que **les productivités des systèmes en expérimentation dans la matrice se maintiennent (voire sont supérieures) lorsque l'échelle d'application augmente, confirmant la fiabilité de l'outil de Recherche-Action utilisé.**

2.2.3 APRÈS CELLE DES SOLS, OUVRIR LA VOIE D'UNE GESTION PLUS ECOLOGIQUE DES CULTURES DANS LES SCV: PREMIERS PAS (*vision de L. Séguy*)

a) **Résumé introductif**

Les acquis à ce jour dans le cadre du PTA¹¹ : produire mieux et plus en protégeant les sols. Les SCV fonctionnent biologiquement comme l'écosystème forestier duquel ils se sont inspirés : productivités stables élevées, reproduites au moindre coût, efficacité de l'eau et du cycle de nutriments, regain de biodiversité, résilience, séquestration forte du carbone, qualité biologique des sols constituent les mots-clés du fonctionnement agronomique des SCV.

Les résultats acquis dans le cadre du PTA, démontrent que, par rapport à tous les modes de gestion agronomique des sols connus à ce jour, les SCV, quel que soit l'écosystème (*de 300 à 4000 mm de pluviométrie annuelle*), confèrent au sol une forte et durable capacité de production, tout en améliorant sa fertilité, boostent ses capacités de régénération-restauration, sa résilience.

Ce qu'il reste à démontrer : garantir la qualité des produits et des ressources naturelles

Les travaux menés dans le cadre du PTA, conduisent à l'émergence d'un thème environnemental majeur, à savoir l'impact des SCV sur la qualité des sols, des eaux et des produits récoltés. Dans cet esprit, la priorité des efforts a été axée, dès 2003 au Brésil, sur la *gestion au plus près du biologique* des cultures en rotation, avec substitution progressive des molécules chimiques par des molécules organiques (*qualité biologique des sols, des produits et des eaux*). Les premiers résultats acquis non publiés sont largement significatifs pour justifier une «valorisation et capitalisation des expériences acquises» en vue de leur utilisation au bénéfice des projets pilotes du PTA, qui pourraient, après avoir incorporé – adapté la gestion des sols en SCV, intégrer progressivement ce nouveau thème de la maîtrise de la gestion organo-biologique des cultures qui vise à la fois la production d'aliments propres à haute valeur ajoutée et à la minimisation des impacts environnementaux, **soit donner aux agricultures du Sud une compétitivité plus par la qualité des productions que par le productivisme, dans la mondialisation.** La consolidation du dispositif déjà en place au Brésil et la mise en œuvre en cours d'observatoires complémentaires dans les pays pilotes permet d'engager d'ores et déjà une évaluation/comparaison entre gestion chimique et plus organique des cultures dans les SCV.

b) **Contenu de la capitalisation**

Caractériser l'apport des technologies SCV pour répondre au défi d'une agriculture réellement durable donc propre, impose, dans une première phase (2005/2006) de faire le point, au Brésil, sur le développement des méthodes et sur les premiers résultats relatifs aux questions suivantes :

- Les méthodes d'évaluation des **impacts des SCV** sur la production de produits propres et la préservation de la qualité des ressources en eau et sol ;
- **La production biologique (*sans molécules chimiques*)** dans un environnement protégé : passer progressivement du tout chimique actuel au biologique ;
- **La fourniture d'aliments exempts de tout résidu agrottoxique** dans des sols biologiquement sains ;
- **La garantie de qualité des eaux de percolation du profil cultural, exemptes de nitrates et de xénobiotiques.**

¹¹ Programme financé par l'AFD (Agence Française de Développement) qui considère le CIRAD comme maître d'œuvre pour diffuser le Semis Direct sous les tropiques en Afrique, à Madagascar et en Asie (Tunisie, Maroc, Cameroun, Mali, Madagascar, Laos, Cambodge, Vietnam).

c) **Mise en œuvre et méthodologie**

• **Il s'agit, dans cette première phase, d'abord de mettre au point les itinéraires techniques SCV contenant de moins en moins de molécules chimiques les plus polluantes (*nitrates, pesticides*) dans une dynamique de gestion qui va de la gestion chimique actuelle, vers une gestion de plus en plus organique, tout en maintenant des coûts de production et des productivités comparables à ceux des itinéraires chimiques. L'expérimentation est consacrée, en premier lieu à l'ajustement des doses efficaces et économiques de produits organiques (*doses x stades physiologiques des cultures x coûts*).**

Elle est intégrée aux «matrices des systèmes» des grandes écologies:

- Cerrados au **Brésil** (*matrice de Campo Verde sur culture cotonnière très chargée en molécules chimiques*)
- Sols ferrallitiques et alluviaux à **Madagascar** (*agriculture pluviale et bas fonds*)
- Idem au **Laos** (*provinces de Xieng Khouang et de Sayabouri*)
- Idem au **Cambodge** (*province de Kampong Chan*) sur sols rouges ferrallitiques érodés sur basalte et sur rizières hautes sableuses et de sols noirs
- **En France**, sur sols argilo-calcaires des grandes régions céréalières (*exploitations de J.C. Quillet et H. Charpentier*)

• **L'analyse principale porte dans cette première étape à la fois sur la productivité et les coûts comparés des divers itinéraires techniques SCV x modes de gestion différenciés des cultures (*chimique, chimique + organique, au plus près de l'organique*) et sur l'état de «propreté globale des sols et des grains» en utilisant la méthode LUKE appliquée aux échantillons de sols et de grains.**

• **Un modèle conceptuel est élaboré pour servir de support d'action à la recherche (*séquence conceptuelle – Fig. 60 à 65*).**

FIG. 60

Après la maîtrise de la gestion organo-biologique des sols (*Scénarios diversifiés*), celle des cultures :

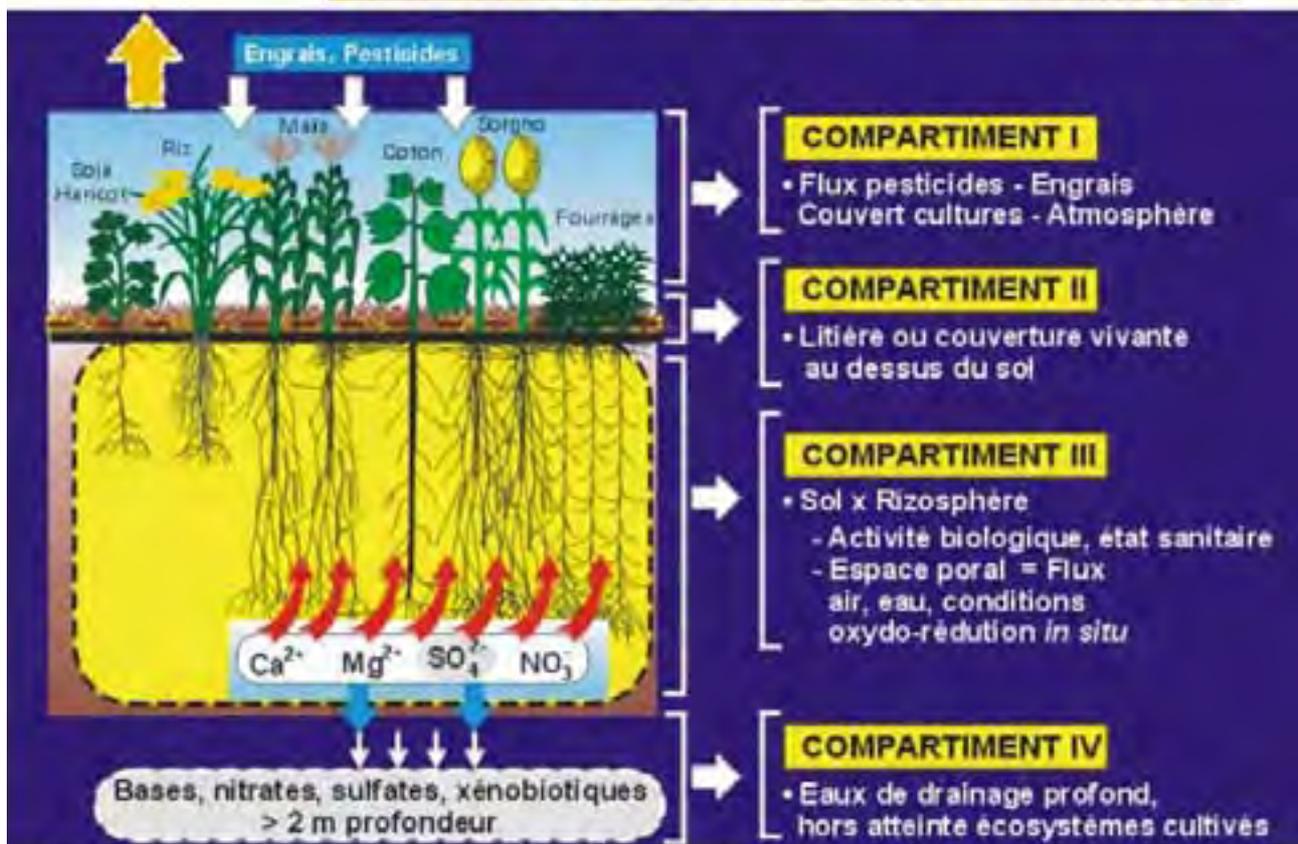
- **Production Biologique dans 1 environnement Protégé**
- **Produire des aliments exempts de tout résidus Agrotoxique dans des sols biologiquement sains ,**
- **Eaux de percolation des sols exemptes de nitrates et xénobiotiques**

FIG. 61

QUALITÉ BIOLOGIQUE DU SOL, DES ALIMENTS, DES EAUX SOUS SCV

• **Modèle Scientifique Conceptuel**

UN MODÈLE DE FONCTIONNEMENT AUTO-ÉPURATEUR?



SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac et al., UPRI, Gestion écosystèmes cultivés

FIG. 62



FIG. 63

COMPARTIMENT II

LITIÈRES OU COUVERTURES VIVANTES

- **Dynamique interception - transformation: Pesticides, engrais, x Nature des couvertures végétales au dessus du sol, au cours de leur digestion - minéralisation. (Climat x Faune x Microflore)**

FIG. 64

COMPARTIMENT III

SOL – RIZOSPHERE DU PROFIL CULTURAL

- **Devenir pesticides et dérivés** —

	Transformations
	↓
	Adsorption
	Lixiviation
- **Conséquences sur:**
 - **Métabolisme pesticides dans parties aériennes des cultures**
 - **Qualité biologique des sols et eaux de percolation**

FIG. 65



d) Premiers résultats

Ces résultats bruts, encore à affiner, sont l'œuvre, sous l'animation de l'équipe Brésil (*L. Séguy, S. Bouzinac*), de l'équipe Madagascar (*H. Charpentier, O. Husson, équipe TAFE*) et de *H. Charpentier* et *J.C. Quillet* en France.

➤ BRESIL

• **Sur la culture de coton safrinha** dans les Cerrados humides d'altitude du Sud-Est du Mato Grosso (*culture de succession annuelle du soja de cycle court à niveau d'intrants réduit*), encore très chargée chimiquement, les itinéraires techniques conduits avec gestion chimique + organique (C + O) permettent d'alléger significativement la charge de l'itinéraire "tout chimique" (C): 67 N/ha seulement, le complément de fumure est fourni par de l'humus liquide (6 l/ha), les fongicides sont remplacés par des éliciteurs, partie des insecticides substituée par des dérivés du Neem (*excepté sur punaises et "bicudo" : Anthonomus grandis*).

Cet itinéraire technique chimique allégé + complément organique permet de produire, malgré un semis trop tardif du coton de « safrinha » (planté 10/02/05), soit sous contrainte hydrique fortement limitante (*Fig. 66 et 67*), par rapport à l'itinéraire chimique de référence, coton safrinha en succession de soja de cycle court:

- **47% et 44% de plus de coton graine sans et avec utilisation d'Aldicarb**, respectivement, soit 2.778 kg/ha et 3.356 kg/ha (*jusqu'à 3.820 kg/ha en fonction de la variété*) contre 1.889 kg/ha et 2.778 kg/ha dans le même système de culture (*succession de soja*);
- **26% de plus**, avec 2.375 kg/ha de coton graine, avec l'itinéraire coton safrinha sur précédent forte biomasse de *Brachiaria ruziziensis*;
- **53% de plus avec 2.889 kg/ha**, dans l'itinéraire coton safrinha sur couverture vivante d'*Arachis pintoï*;

- Par contre, l'itinéraire coton safrinha sur couverture vivante de Bermuda Grass (*Cynodon dactylon*), produit 12% de moins que le témoin, en raison d'un contrôle déficient de la couverture vivante, soit 1.667 kg/ha.
- **L'itinéraire technique coton safrinha sur couverture morte de *Brachiaria ruzizensis***, conduit tout en organique (*excepté l'application d'herbicides*), **sans fumure minérale**, produit 1.764 kg/ha, soit seulement 7% de moins que le témoin de référence.
- **Sur la culture de soja à Sinop**, dans l'écologie des sols ferrallitiques des forêts humides du Sud du bassin amazonien, l'itinéraire technique chimique allégé + complément organique, obtient un rendement de 4.278 kg/ha contre 3.583 kg/ha pour l'itinéraire chimique de référence, soit 19% de plus (Fig. 68); à ce gain de productivité, s'ajoute une teneur en protéine supérieure du grain : 40,26% contre 38,77% au témoin.
- **Sur les cultures de riz pluvial, maïs et soja**, dans l'écologie des sols ferrallitiques des Cerrados humides du Centre Nord du Mato Grosso (*Lucas do Rio Verde*¹²), les itinéraires « chimique allégé + complément organique » permettent de produire (Fig. 69):
 - 13% de plus pour le riz pluvial malgré un contrôle déficient des adventices,
 - des rendements équivalents en maïs et soja.

Au total, ces premiers résultats relatifs à la productivité des cultures dans les principales grandes éco-régions du Brésil Central (ZTH) montrent que les travaux pionniers de recherche appliqués entrepris depuis 2003, consacrés à l'ajustement des itinéraires techniques mixtes : chimique allégé + complément organique (C + O), portent leurs premiers fruits dans les SCV, en grande agriculture mécanisée sur les grandes cultures : les rendements obtenus sont en général supérieurs à ceux des itinéraires "tout chimique", même en conditions de fortes contraintes (*déficit hydrique, contrôle insuffisant des adventices,...*).

FIG. 66

PRODUCTIVITÉ DU COTON "SAFRINHA"¹ CD 409 SUR DIVERS SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT (SD), EN FONCTION DU MODE DE GESTION² DE LA CULTURE: TOTALEMENT CHIMIQUE (C); MIXTE: CHIMIQUE + ORGANIQUE (C + O); AU PLUS PRÈS DE L'ORGANIQUE (O); FAZENDA MOURÃO - MT/2005

	SD en succession du Soja		SD sur couverture vivante <i>Bermuda Grass</i>		SD sur couverture vivante <i>Arachis pintoi</i>		SD sur couverture morte de <i>Brachiaria r.</i>		
	Gestion Chimique (C)		Gestion Mixte Chimique + Organique (C + O)		Gestion Mixte Chimique + Organique (C + O)		Gestion Chimique (C)		Gestion plus Organique (O)
	Sans Temik	Avec Temik	Sans Temik	Avec Temik	Sans Temik	Avec Temik	Sans Temik	Avec Temik	Sans Temik
Productivité kg/ha et @/ha Coton graine	(126) 1889	(156) 2333	(185) 2778	(224) 3356	(111) 1667	(193) 2889	(169) 2528	(158) 2375	(118) 1764
CV %	5	-	14	21	14	14	8	15	19
Productivité Relative (%)	100	124	147	178	88	153	134	125	93

1- Semis très tardif: 10/02/2005 - Année très sèche: 503 mm des pluies concentrées dans les 50 premiers jours du cycle du Coton (70 derniers jours sans aucune pluie)

2 - Modes de Gestion du Coton:

a) Chimique (C) - Traitement chimique des semences - Niveau bas de fumure: 65N + 73P O + 90K O + oligos; herbicides + insecticides; Gestion de la Fazenda

b) Chimique + Organique (C + O) - Traitement organique des semences - Niveau bas de fumure: 65N + 73P O + 90K O + oligos; herbicide; traitement Fazenda - application de produits organiques: 6t/ha d'humus + 4,5 kg de EP4 à différents stades: 1^{er} bouton, 1^{er} fleur et 100-110 JAS; contrôle des insectes avec Neem complétés par produits chimiques si nécessité (punaises, *Antirionus* g.)

c) Plus organique (O) - Idem b, mais sans aucune fertilisation minérale

SOURCE: Pagei FACUL/CODETE/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD J. L. Silet, J. Martin, L. Séguy, S. Bouzinac - CODETE/C. A. Marques, M. Rodrigo/2005

¹² Localité où l'équipe CIRAD (*L. Séguy, S. Bouzinac*) a mis au point, entre 1985 et 1994 avec l'appui du producteur Munefumi Matsubara et de la coopérative Cooperlucas, les SCV qui ont ensuite gagné tout le Centre-Ouest du Brésil (*plus de 8 millions d'hectares aujourd'hui*).

FIG. 67

PRODUCTIVITÉ DE 4 VARIÉTÉS DE COTON "SAFRINHA"¹ (en kg/ha et @/ha), EN SEMIS DIRECT ET EN SUCCESSION DE SOJA CYCLE COURT, EN FONCTION DE 2 MODES DE GESTION² DE LA CULTURE - Fazenda Mourão - MT/2005

Modes de Gestion ² du Cotonnier	VARIÉTÉS				
	CD 409	CD 2239	CD 406	CD 407	
Gestion Chimique (C)	Sans Temik CV %	1889 (126) 3	2138 (143) 12	2027 (135) 5	1722 (115) 6
	Avec Temik CV %	2333 (156) 1	2445 (163) 8	2222 (148) 1	2056 (137) 4
MOYENNE \bar{X}		2037 (138)	2241 (149)	2092 (139)	1833 (122)
Gestion Chimique + Organique (C + O)	Sans Temik CV %	2778 (185) 14	3010 (201) 15	3009 (201) 21	2606 (174) 21
	Avec Temik CV %	3356 (224) 25	3819 (255) 23	3472 (231) 28	3588 (239) 26
MOYENNE \bar{X}		2972 (199)	3278 (219)	3162 (211)	2931 (195)
Gain de productivité avec gestion Organique (%)		+ 46	+ 46	+ 51	+ 60

1- Semis très tardif: 10/02/2005 - Année très sèche: 503 mm des pluies concentrées dans les 20 premiers jours du cycle du Coton (70 derniers jours sans aucune pluie)

2- Modes de Gestion du Coton:

a) Chimique (C) - Traitement chimique des semences - Niveau bas de fumure: 65N + 73P, O, +90K, O + oligos: herbicides + insecticides - Gestion de la Fazenda

b) Chimique + Organique (C + O) - Traitement organique des semences - Niveau bas de fumure: 55N + 73P, O, +90K, O + oligos: herbicide, traitement Fazenda - application de produits organiques: 6t/ha d'humus + 4,5 kg de EP4 à différents stades: 1^{er} bouton, 1^{er} fleur et 100-110 JAS, contrôle des insectes avec Neem complétés par produits chimiques si nécessité (punaises, Anthonomus g.)

c) Plus organique (O) - Idem b, mais sans aucune fertilisation minérale

SOURCE: Pujol FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, MOURÃO - Equipe CIRAD: J.L. Boite, J. Marin, L. Seguy, S. Baccouze - COODETEC: A. Marques, M. Rostig/2005

FIG. 68

PRODUCTIVITÉ DU SOJA SUR RECRÚ FORESTIER, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DE LA CULTURE: TOULEMENT CHIMIQUE (C) OU MIXTE: CHIMIQUE + ORGANIQUE (C + O)

Écologie des sols ferrallitiques des forêts humides du Centre Nord Mato Grosso - Sinop - MT/2005

Productivité Moyenne en kg/ha	MODE DE GESTION ¹ DE LA CULTURE DE SOJA (CV. Monsoy 8914)	
	Gestion totalement Chimique (C)	Gestion Mixte: Chimique + Organique (C + O)
	3583 (100)	4278 (119)
E. T.	556	72,9
CV %	15,5	1,7

1 - Gestion C Totalement Chimique - Traitement chimique des semences + engrais minéraux + insecticides + herbicides sur toutes les cultures. Fongicides sur Soja et Riz: **Itinéraires de référence des agriculteurs de la région**

Gestion C + O, Chimique + Organique - Traitement organique de semences, 1/3 Fumure de base PK de référence, sur toutes les cultures. 1/2 couverture azotée (N) de référence sur céréales Riz et Maïs, pas de fongicides. La moitié de la fumure minérale NPK, et fongicides de l'itinéraire (C) Chimique sont remplacés par des produits organiques: humus liquide (6t/ha) et Éliciteur (4 à 4,5 kg/ha) appliqués aux stades physiologiques les plus importants de la culture. Les insecticides sont substitués par des dérivés du Neem (complétés si nécessaire par des insecticides chimiques) et *Bacillus thuringiensis* (Bt)

SOURCE: Équipes Cereaisnet/Fronteira et CIRAD/GEC - UR1 - Sinop - MT/2005

FIG. 69

PRODUCTIVITÉ DES CULTURES DE RIZ PLUVIAL, MAÏS ET SOJA, EN SEMIS DIRECT (SCV) ET TERRE DE VIEILLE CULTURE, SUR DIVERSES BIOMASSES DE COUVERTURE EN FONCTION DU MODE DE GESTION DES CULTURES: TOTALEMENT CHIMIQUE (C) OU MIXTE: CHIMIQUE + ORGANIQUE (C + O)

Écologie des sols ferrallitiques des cerrados du Centre Nord Mato Grosso - Lucas do Rio Verde - MT/2005

BIOMASSES DE COUVERTURE	CULTURE ET MODE DE GESTION ¹						
	RIZ PLUVIAL ² (CIRAD 141)			MAÏS HYBRIDE (Tork)		SOJA (Conquista)	
	Gestion C		Gestion C + O	Gestion C		Gestion C + O	
	NPK	Mitsui ²					
Mil	2112	2430	2124	6072	6036	2910	2790
Sorgho + Brachiaria r.	2238	2316	2442	5772	5844	2886 2790 ³	2862 2754 ³
Mais + Brachiaria r.	2016	2766	2706	4212	4650	2916	2868
Eleusine c. + Cajanus c.	2406	2886	2778	6228	6366	3018	2772
Eleusine c.	2502	2784	2658	6492	6432	3150	3048
Moyenne \bar{x}	2254	2654	2687	5717	5861	2945	2888
CV %	(9,3)	(9,8)	(10,4)	(15,8)	(16,2)	(8,2)	(14,8)
Productivité Relative	100	118	113	100	103	100	97

(*) Très forte limitation de la productivité due à un contrôle déficient des adventices.

1 - Gestion (C), Totalelement Chimique - Traitement chimique des semences + engrais minéraux + insecticides + herbicides sur toutes les cultures. Fongicides sur Soja et Riz. Itinéraires de référence des agriculteurs de la région

Gestion (C + O), Chimique + Organique - Traitement organique des semences, 1/5 Fumure de base PK de référence, sur toutes les cultures, 3% couverture azotée (N) de référence sur céréales Riz et Maïs, pas de fongicides. Le moitié de la fumure minérale NPK, et fongicides de l'itinéraire (C) Chimique sont remplacés par des produits organiques: humus liquide (5t/ha) et Elicteur (4 à 5 kg/ha) appliqués aux stades physiologiques les plus importants de la culture. Les insecticides sont substitués par des dérivés du Neem (complétés si nécessaire par des insecticides chimiques) et *Bacillus thuringiensis* (BT)

2 - Engrais Mitsui: Thermophosphate Yoorin Master 2 St. (contient de la Silice)

3 - Biomasse de Sorgho + Brachiaria r. + Cajanus à faible densité

SOURCE: Équipes Fondation Rio Verde et CIRAD/GEC - UR1 - Lucas do Rio Verde - MT/2005

➤ MADAGASCAR

• Les figures 70 à 76, réunissent les principaux résultats et attirent les premières conclusions suivantes :

- Le mode de gestion (C + O) (*Chimique allégé + complément organique*), par rapport à (C) (*chimique*), permet des gains de rendements qui vont de 5 à 14% pour la culture de riz, quelles que soient les conditions de culture : pluviales ou irriguées avec mauvaises maîtrise de l'eau, labour ou SCV, lorsqu'aucune fumure minérale n'est appliquée;
- En présence de fumure minérale légère, les rendements (C + O) se montrent par rapport à (C):
 - Légèrement supérieurs sur rizières hautes, aussi bien sur SCV que sur Labour ;
 - Supérieures de 9% sur SCV en sols ferrallitiques, équivalents sur labour ;
 - Inférieurs de 10 à 15% sur baibohos, sols à très fortes potentialités, sur lesquels le rendement moyen SCV est supérieur de 18% à celui sur labour : 5.590 kg/ha contre 4.753 kg/ha ;
- Les SCV, à de rares exceptions près, sont toujours nettement plus productifs que le labour, même sur les sols les plus riches.

• Les premières analyses de résidus de pesticides dans les grains et les sols et mettent en évidence :

- La présence de résidus de DDE (*dérivé du DDT*) en quantité très faible de 0,01 mg/kg de sol, très inférieure aux normes de tolérance¹³, mais néanmoins toujours constante aussi bien sur tanety que sur baibohos. Cette présence est à imputer probablement aux quantités importantes et indiscriminées de DDT utilisées avant son interdiction, pour contrôler les ravageurs du sol endémiques à Madagascar, qui sont capables de détruire totalement la culture de riz ;
- A noter également la présence, à hauteur de 0,03 mg/kg de sol, de pendimatheline sur sol de Tanety, qui bien que très faible, montre bien la nécessité d'encadrer strictement l'utilisation de ces molécules pesticides ;
- Exceptées ces 2 molécules décelées, tous les échantillons de sol et de grains sont "propres", compte tenu de la capacité d'analyse des meilleurs équipements de détection en laboratoire: toutes les analyses de sols et de grains sont inférieures à LQ (*limite de quantification*) pour plus de 130 molécules recherchées (Cf.à la page suivante la liste des molécules recherchées: Fiche des Pesticides analysés par le CTAEX).

FIG. 70

PRODUCTIVITÉ MOYENNE DU RIZ PLUVIAL (CV B22) SUR LES SOLS FERRALLITIQUES ISSUS DE ROCHES BASIQUES DE LA RIVE EST DU LAC ALAOTRA, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE

Site de Marololo - Madagascar/2005

	MODE DE GESTION ¹ DU SOL ET DE LA CULTURE							
	Semis Direct (SCV)				Labour (Angady)			
	Gestion Chimique (C)		Gestion Chimique + organique (C + O)		Gestion Chimique (C)		Gestion Chimique + organique (C + O)	
	F ₁ ²	F ₂ ²	F ₁ ²	F ₂ ²	F ₁ ²	F ₂ ²	F ₁ ²	F ₂ ²
Tous Précédents ³ confondus	3061 (21)	3808 (10)	3264 (14)	4146 (15)	2536 (21)	3884 (7)	3650 (-)	3825 (13)
Analyse des composantes des systèmes								
1 - SCV C + O/C x 100			+7	+9				
2 - Labour C + O/C x 100							+44	-2
3 - SCV/Labour x 100	+21	-2	-11	+8				
4 - Effet moyen C + O/C x 100			+12					

1 - Gestion Chimique (C): Herbicide Pré-émergent (+ Post si nécessaire) + Insecticide + engrais minéral
 Gestion Chimique + Organique (C + O): Herbicide + engrais minéral PK, l'azote est remplacé par Thumus liquide; traitement organique de semences: Éliciteur + humus sont apportés en cours de végétation aux stades physiologiques déterminants (taillage - montage - épandage)
 2 - F1 = Fumier seul, 5 t/ha; F2 = 67N + 60P, O₁ + 48K, O/ha
 3 - Précédents réunis = Dolique, Vigna un. Vigna umbellata, Maïs + Dolique, Maïs + Vigna
 SOURCE: Équipes ONG Tafa et CIRAD/GEC-UR1 - Antananarivo, Madagascar, 2006

¹³ Par exemple, l'eau fait l'objet de normes (*décret du 03/01/89*): la concentration d'un pesticide ou produit apparenté doit être inférieure à 0,1 microgramme/litre et la somme de tous les pesticides ne doit pas dépasser 0,5 microgramme/l. Des normes beaucoup plus basses que celles-ci, ou celles fixées par la capacité d'analyse ne garantissent pas pour autant leur innocuité. L'idéal est le « zéro pesticide ».

FIG. 71

PRODUCTIVITÉ DU RIZ PLUVIAL (CV B22) SUR SOLS FERRALLITIQUES ISSUS DE ROCHES BASIQUES DE LA RIVE EST DU LAC ALAOTRA - Site de Marololo - Madagascar/2005

Précédent cultural	Niveau ² fumure	Mode de Gestion ¹ du riz pluvial	Semis Direct			Labour (Angady)
			Sans Écobaue	Écobaue 1998	Écobaue 1999	
Dolique	F ₁	Chimique	3478	4156	3450	2920
	F ₁	Trait. Semences	3267	4060	3535	3620
	F ₂	Chimique	4130	5368	4748	4084
	F ₂	Trait. Semences	4444	5172	5028	4174
Niébié	F ₁	Chimique	3968	-	3329	-
	F ₁	Trait. Semences	3538	-	3477	-
	F ₂	Chimique	3975	-	3798	-
	F ₂	Éliciteur	4610	-	4211	-
Vigna Umbellata	F ₁	Chimique	2202	-	3153	-
	F ₁	Trait. Semences	2464	-	3089	-
	F ₂	Chimique	3317	-	4375	-
	F ₂	Éliciteur	4001	-	4412	-
Niébé	F ₁	Chimique	3067	-	-	-
	F ₂	Chimique	3141	-	-	-
Maïs + Dolique	F ₁	Chimique	-	3069	-	-
	F ₂	Chimique	-	3119	-	-
	F ₂	Humus Liq.	-	3450	-	-
Maïs + Vigna	F ₁	Chimique	1929	-	2501	-
	F ₂	Chimique	3480	-	3500	-
	F ₂	Humus Liq.	3499	-	3519	-
Maïs + Niébé	F ₁	Chimique	2901-2591	-	-	-
	F ₁	Éliciteur	3207-2736	-	-	-
	F ₂	Chimique	3321-3234	-	-	-
	F ₂	Éliciteur	3918-3487	-	-	-

1 - Gestion Chimique: Herbicide Pré-émergent (+ Post si nécessaire) + insecticide + engrais minéral
 - Gestion Chimique+Organique: Utilisation des produits organiques - traitement de semences, humus liquide
 Éliciteur sont testées séparément en combinaison avec les produits chimiques (herbicides, engrais minéraux),
 l'humus liquide remplace l'urée.

2 - F1 = Fumier seul, 5 t/ha; F2 = 67N + 60P₂O₅ + 48K₂O/ha

SOURCE: Équipes ONG Tafa et CIRAD/GEC-UR1 - Antananarivo, Madagascar, 2005

FIG. 72

PRODUCTIVITÉ DU RIZ PLUVIAL (CV B22), EN RIZIÈRE HAUTE DE LA RIVE EST DU LAC ALAOTRA (MADAGASCAR), EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE ET DU MODE DE GESTION DE LA CULTURE - 2005

Précédent Cultural	MODE DE GESTION DU SOL ET DE LA CULTURE									
	Semis Direct (SCV)					Labour (Angady))				
	Gestion ¹ Chimique (C)		Gestion ² Chimique + organique (C + O)			Gestion ¹ Chimique (C)		Gestion ² Chimique + organique (C + O)		
	Humus Uq.		Humus Uq.			Humus Uq.		Humus Uq.		
Sans fumure	67N+60P ₂ O ₅ +48K ₂ O	Sans fumure	+67N+60P ₂ O ₅ +48K ₂ O	Moyenne \bar{X}	Sans fumure	67N+60P ₂ O ₅ +48K ₂ O	Sans fumure	+67N+60P ₂ O ₅ +48K ₂ O	Moyenne \bar{X}	
Mais + Mucuna	3723	4601	4186	5837	4587	-	-	-	-	-
Mais + Dolique	4299	5691	4780	5927	5174	3653	4021	3840	4025	3885
Dolique	3404	5977	3412	5095	4472	2698	4688	2991	5119	3874
Moyenne \bar{X}	3809	5423	4126	5620	4744	3176	4355	3416	4572	3880

Analyse des composantes des systèmes de culture

Effet gestion ² (C+O) / Gestion ¹ (C)		+8	+4		+8	+5
Effet SCV/Labour (%)	+20	+25	+21	+23		
Effet Fumure (%)		+42	+36		+37	+34

1 - Gestion Chimique: Herbicide Pré-émergent (+ Post- si nécessaire) + Insecticide + engrais minéral

2 - Gestion Chimique + Organique: Herbicide + engrais minéral PK, l'azote est remplacé par l'humus liquide, traitement organique de semences. Éclateur + humus sont apportés en cours de végétation aux stades physiologiques déterminants (taillage - moutaison - épisaison)

SOURCE: Equipes ONG Tafa et CIRAD/GEC-UR1 - Antananarivo, Madagascar, 2005

FIG. 73

PRODUCTIVITÉ DU RIZ PLUVIAL (CV B22), SUR BAIBOHOS (Sols colluviaux de plaine), DE LA RIVE EST DU LAC ALAOTRA (MADAGASCAR), EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE ET DU MODE DE GESTION DE LA CULTURE - 2005

Précédent Cultural	MODE DE GESTION DU SOL ET DE LA CULTURE									
	Semis Direct (SCV)					Labour (Angady))				
	Gestion ¹ Chimique (C)		Gestion ² Chimique + organique (C + O)			Gestion ¹ Chimique (C)		Gestion ² Chimique + organique (C + O)		
	Humus Uq.		Humus Uq.			Humus Uq.		Humus Uq.		
Sans fumure	67N+60P ₂ O ₅ +48K ₂ O	Sans fumure	+67N+60P ₂ O ₅ +48K ₂ O	Moyenne \bar{X}	Sans fumure	67N+60P ₂ O ₅ +48K ₂ O	Sans fumure	+67N+60P ₂ O ₅ +48K ₂ O	Moyenne \bar{X}	
Dolique	5537	5861	6389	5254	5760	4972	5444	5200	4811	5057
Mais + Dolique	4987	5009	-	5290	5095	4579	4856	-	4333	4589
Moyenne \bar{X}	5262	5435	6389	5272		4776	5150	5200	4472	

Analyse des composantes des systèmes de culture

Effet gestion ² (C+O) / Gestion ¹ (C) (%)		+15	-10		+5	-15
Effet SCV/Labour (%)	+10	+6	+23	+18		
Effet Fumure (%) F ₂ /F ₁		+3	-17		+8	-14

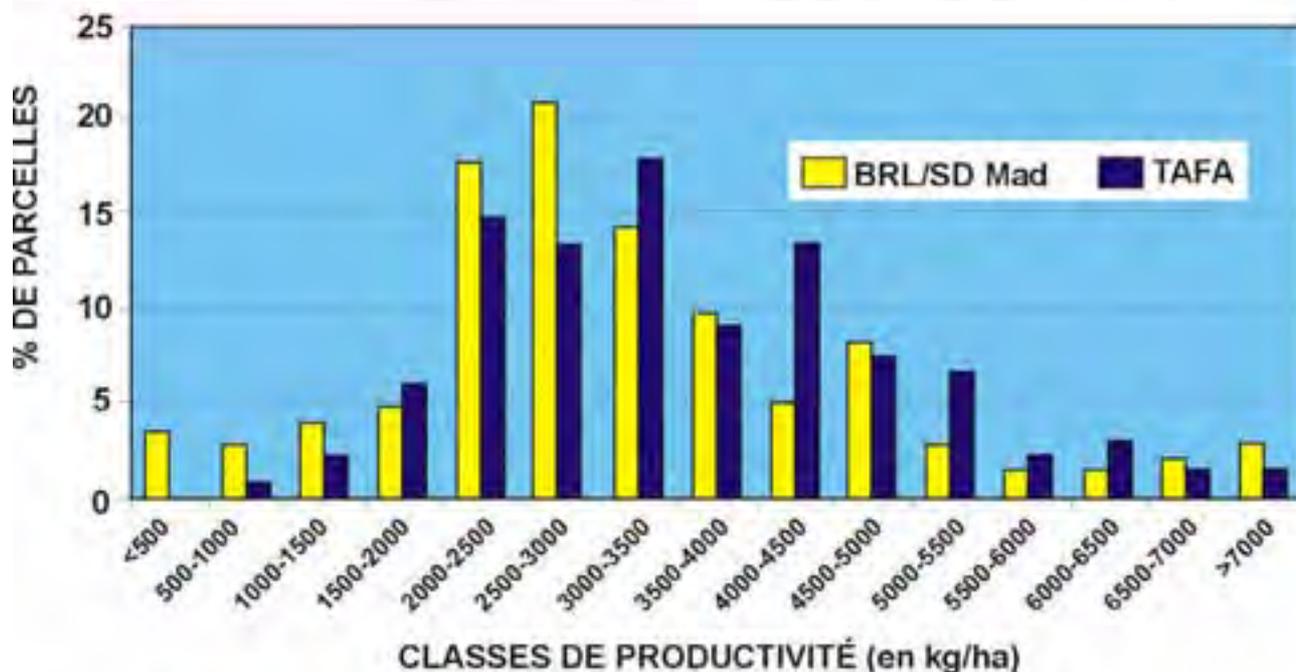
1 - Gestion Chimique (C): Herbicide Pré-émergent (+ Post- si nécessaire) + Insecticide + engrais minéral

2 - Gestion Chimique + Organique (C + O): Herbicide + engrais minéral PK, l'azote est remplacé par l'humus liquide, traitement organique de semences. Éclateur + humus sont apportés en cours de végétation aux stades physiologiques déterminants (taillage - moutaison - épisaison)

SOURCE: Equipes ONG Tafa et CIRAD/GEC-UR1 - Antananarivo, Madagascar, 2005

FIG. 74

PERFORMANCES DES RIZ POLY-APTITUDES SEBOTAS DANS LES RIZIÈRES À MAUVAISE MAÎTRISE DE L'EAU (> 300 ha) - LAC ALAOTRA - MADAGASCAR/2005



SOURCE: Équipes ONG Tafa et CIRAD/GEC - UR1 - Antananarivo - Madagascar/2005

FIG. 75

PRODUCTIVITÉ (kg/ha) DE 5 VARIÉTÉS DE RIZ POLY-APTITUDES SEBOTAS EN CONDITIONS IRRIGUÉES AVEC REPIQUAGE Ankililoaka - Sud Ouest Malgache, 2005

Niveau de Fumure Minérale ¹	VARIÉTÉS SEBOTAS ²					Variété de référence (T) Philippine	Moyenne /Fumure et Productivité Relative (%)
	SBT 147	SBT 281	SBT 65	SBT 33	SBT 41		
F ₀	4000	6400	6700	6200	4600	5400	5550 (100)
F ₁	5400	8000	7700	7000	5700	5400	6533 (117)
F ₂	5700	8200	7800	6000	6200	5400	6550 (118)
F ₃	6200	8700	8400	7000	7000	6400	7283 (131)
Moyenne /Variété et Productivité Relative (%)	5325 (94)	7825 (138)	7650 (135)	6550 (116)	5875 (104)	5650 (100)	

1 - Niveau de fumure minérale

- F₀ = Sans fumure
- F₁ = 54N + 15P₂ O₁ + 11K₂ O/ha
- F₂ = 76N + 66P₂ O₁ + 48K₂ O/ha
- F₃ = 120N + 110P₂ O₁ + 80K₂ O/ha

2 - Des données phénologiques plus complètes ont été mesurées pour chaque variété:

- Hauteur des plantes à maturité, tallage, tallage utile, nb de grains/panicule, % stérilité.

SOURCE ➔ Réalisation: Équipes SD MAD, Tafa, CIRAD/UR1 - Antananarivo, Madagascar/2005

FIG 76

RÉSULTATS D'ANALYSES¹ DE RÉSIDUS DE PESTICIDES DANS LES GRAINS ET LE SOL, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE ET DU MODE DE GESTION² DE LA CULTURE DE RIZ PLUVIAL

Sols alluviaux et ferrallitiques sur roche basique du Lac Alaotra - Madagascar/2005

Système de culture	Mode de Gestion ²	RÉSIDUS GRAINS-SOLS, (en mg/kg)					
		SOL			GRAINS		
		Multirésidus	Glyphosate	Paraquat	Multirésidus ³	Glyphosate	Paraquat
I - SEMIS DIRECT (SCV)							
Tanety Urée	C	DDE 0,01	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
Tanety Éliciteur	C + O	DDE 0,01	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
Tanety humus	C + O	DDE 0,01 <small>Fendimethalate 0,01</small>	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
Baiboho urée	C	DDE 0,01	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
Baiboho humus	C + O	DDE 0,01	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
I - LABOUR							
+ Labour urée Baiboho	C	DDE 0,01			<LQ		
+ Labour urée Tanety	C	DDE 0,01			<LQ		

¹ - Analyses de résidus réalisées par le laboratoire CTAEX - Badajoz Espagne

² - Modes de Gestion de la culture de Riz

- C: Chimique - Herbicides + Insecticides + engrais minéral NPK oulet fumier

- C + O - Chimique + Organique; Herbicides; l'Éliciteur ou l'humus liquide remplacent l'urée, insecticide dérivé du Neem

³ - DDE - Molécule dérivé du DOT; pollution des sols antérieure aux expérimentations

SOURCE: Equipes ONG TAPA et CIRAD(GEC-UR) - Antananarivo, Madagascar, 2005

➤ FRANCE

Grandes cultures céréalières (*Centre et Ouest de la France*) – Fig. 77 à 81

• **Au plan des rendements de blé, sur sols à fortes potentialités (*sols bruns sur calcaire*), dans des conditions hydriques limitantes au cours de la phase de remplissage du grain :**

A Issoudun, sur blé :

- L'itinéraire technique chimique SCV produit 9% de plus que son équivalent en labour ;
- Le mode de gestion (C + O), qui apporte seulement 100 kg de N/ha contre 200 kg/ha sur le mode chimique (C), produit en SCV 18% de moins que ce dernier.
- Le mode de gestion (O), identique à (C + O), mais sans apport d'azote minéral, produit 4.600 kg/ha en SCV, soit 37% de moins que le mode (C + O) ;
- Les teneurs en protéines du blé suivent le même classement que les rendements.

A Montlouis sur Loire sur blé, les résultats obtenus sont similaires (*mêmes tendances*) :

- En SCV, le mode de gestion (C + O) produit 11% de moins que le mode (C), le mode organique (O) 28% de moins que ce dernier ;
- Comme dans le cas d'Issoudun, les teneurs en protéines suivent le même classement, indiquant un déficit net de protéines sur le mode (O), moins prononcé que sur (C + O), en relation directe avec les niveaux de fertilisation azotés appliqués sur chaque mode de gestion de la culture.

Sur orge de printemps, la fourchette des rendements se resserre entre les 3 modes de gestion : le mode de gestion (O) produit 18% de moins que le mode (C + O) et ce dernier 9% que le mode (C).

• **L'analyse des résultats économiques**, réunis dans les figures 78, 79 et 80, montre :

- le coût de production du blé établi pour Issoudun en mode (C + O) est inférieur de 8% à celui du mode (C) = 293,93 €/ha contre 317,14 €/ha ;

- les coûts totaux de production du blé pour les modes (C), (C + O) et (O) sont respectivement de : 520, 14 €/ha pour le labour (C), 475,59 €/ha pour SCV (C), 416,10 €/ha pour SCV (C + O), et 383,30 €/ha pour SCV (O) ;
- les marges brutes, hors subventions, sont de : 123,0 €/ha pour le labour (C), 225,20 €/ha pour le SCV (C), 159, 9 €/ha pour le SCV (C + O) et 57,7 €/ha pour SCV (O).

• **Ces résultats montrent que l'itinéraire SCV (C + O) est déjà plus lucratif que le labour (C) :** 159,9 €/ha contre 123,0 €/ha, et proche du mode SCV (C) qui constitue la référence de la propriété (100% de Semis Direct) ; ils montrent également tout l'intérêt économique qu'il y a à construire des SCV qui privilégient la fourniture gratuite de N (*rotations en SCV, céréales sur couverture vivante de légumineuses et autres biomasses diversifiées riches en légumineuses comme composantes importantes des biomasses de couverture à forte biodiversité*)

• Sur la culture d'orge de printemps à Issoudun, les coûts de production et marges brutes sont assez voisins les uns des autres : moins de 30,00 €/ha de différence de coûts entre les 2 modes les plus discriminants pour le rendement (C) et (O), et seulement 73,00 €/ha d'écart de marges brutes sur ces mêmes traitements.

• L'analyse des résidus de pesticides dans les grains et les sols (*Fig. 81*), met en évidence que tous les échantillons, excepté un seul de blé pollué au malathion par un résidu de traitement de la remorque de transport avant mise en silo, sont "propres", dans les possibilités techniques de mesure actuelles, pour plus de 130 molécules (< LQ).

FIG. 77

PRODUCTIVITÉ¹ DES CULTURES DE BLÉ D'HIVER ET ORGE, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE ET DU MODE DE GESTION² DE LA CULTURE; TOTALEMENT CHIMIQUE (C), MIXTE: CHIMIQUE + ORGANIQUE (C + O), ET AU PLUS PRÈS DE L'ORGANIQUE (O)

Sols Bruns Argilo-Calcaires de l'Ouest et du Centre de la France - Montlouis sur Loire et Issoudun - 2005

SYSTÈME DE CULTURE	MODE DE GESTION DE LA CULTURE					
	Chimique (C)		Chimique + Organique (C + O)		Organique (O)	
	Montlouis	Issoudun	Montlouis	Issoudun	Montlouis	Issoudun
SEMIS DIRECT (SCV)						
• Orge de printemps/Blé	-	5500 (100)	-	5000 (91)	-	4500 (82)
• Blé/Colza	6500 (100)	7300 (100)	5800 (89)	6100 (84)	4700 (72)	4600 (63)
LABOUR						
• Blé/Colza	-	6700 (92)	-	-	-	-

(*) Année sèche - sévère déficit hydrique en phase de remplissage des grains.

1 - Productivité en kg/ha - Productivité relative (), par rapport au témoin SCV x Gestion Chimique (C)

2 - Modes de Gestion de la culture

• Chimique (C) - Herbicides + Insecticides(2) + Fongicides(2) + engrais minéral

170N + 50P, O, + 50K, O sur Blé Apache à Montlouis
200N + 60P, O, + 0K, O sur Blé Cap Horn à Issoudun
120N + 60P, O, + 0K, O sur Orge à Issoudun

• Chimique + Organique(C + O) - Herbicides, Insecticide dérivé de Neem(2), humus liquide, Elicteur, sans fongicide, niveau PK égal à C, dose N réduite de 60%.

• Au plus près de l'organique (O) - Gestion identique à (C + O), mais sans apport d'azote minéral.

SOURCE: H. Charpenier, J. C. Quillet, L. Séguy, Elviseem Produits Organiques; CTAEX, Laboratoire d'analyses - Badajoz, Espagne/2005

FIG. 78

PERFORMANCES AGRO-ÉCONOMIQUES DE LA CULTURE DE BLÉ (CV. CAP HORN), EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE ET DU MODE DE GESTION DE LA CULTURE: CHIMIQUE (C), CHIMIQUE + ORGANIQUE (C+O) ET AU PLUS DE L'ORGANIQUE (O)

Sols Bruns Argilo-Calcaires de l'Ouest et du Centre de la France - Montlouis S/Loire et Issoudun - 2005

I - COÛTS DE PRODUCTION	Modes de Gestion ¹ de la culture de Blé						
	Chimique (C)		Chimique + Organique (C+O)		Au plus près de l'Organique (O)		
	kg, g, t/ha	€/ha	kg, g, t/ha	€/ha	kg, g, t/ha	€/ha	
1.1 - Blé CAP HORN							
Semences	100 kg	42,12	100 kg	22,50	100 kg	22,50	
Engrais	Super 23	250 g	35,32	250 kg	35,32	250 kg	35,32
	Urée	430 g	93,70	150 kg	32,80	0	-
			+8l humus	48,0	+8l humus	48,0	
Herbicides Communs	Allié	5 g	3,34	5 g	3,34	5 g	3,34
	Monitor	12,5 g	17,42	12,5 g	17,42	12,5 g	17,42
	Atlantis	250 g	26,98	250 g	26,98	250 g	26,98
	Primus	0,05 t	11,87	0,05 t	11,87	0,05 t	11,87
Insecticides	Karaté Zéon	0,075 t	8,96	Neem 2 t (Ty 10 (2x1 t))	40,0	Neem 2 t (Ty 10 (2x1 t))	40
	Mavrik Flow	0,2 t	11,70				
Fongicides	Opus	0,25 t	10,16	Ept 3 t (2x1,5 t)	15,0	Ept 3 t (2x1,5 t)	15,0
	Opus	0,25 t	10,16				
	Opera	0,75 t	40,99				
Régulateur croissance	Contec verse	2 t	4,42	2 t	4,42	2 t	4,42
Sous Total		317,14 (100)		257,65 (81)		224,85 (71)	
2.1 - Mode de Gestion du Sol							
Labour	Cover Crop		25,0		-		-
	Labour		50,0		-		-
	Hersage		8,0		-		-
	Opérations machines		120,0		-		-
Sous Total		203,0		-		-	
SCV (Semis Direct)	Metarex (2x3kg)		18,90		18,90		18,90
	Tamrock (0,8 kg)		9,55		9,55		9,55
	Roundup		10,00		10,00		10,00
	Opérations machines		120,00		120,00		120,00
Sous Total		158,45		158,45		158,45	
Total Général		Labour (C)	SCV (C)	SCV (C+O)	SCV (O)		
		520,14	475,59	416,10	283,3		
II - PRODUCTIVITÉ (kg/ha) et PROD. RELATIVE (%)		Labour (C)	SCV (C)	SCV (C+O)	SCV (O)		
		6700 (100)	7300 (109)	6000 (90)	4600 (69)		
III - MARGES BRUTES² €/ha (Hors subsides)		Labour (C)	SCV (C)	SCV (C+O)	SCV (O)		
		+123,0	+225,2	+159,9	+57,7		

1 - Modes de Gestion de la Culture:

- Chimique (C) - Herbicides + Insecticides + Fongicides + engrais minéral

170N + 50P₂O₅ + 50K₂O sur Blé à Montlouis
 200N + 60P₂O₅ + 0K₂O sur Blé Cap Horn à Issoudun
 120N + 60P₂O₅ + 0K₂O sur Orge à Issoudun

- Chimique + Organique (C + O) - Herbicides + humus liquide + Eliciteur + Insecticide dérivé de Neem, niveau PK égal à C, dose N réduite de 60%.

- Au plus près de l'organique (O) - Gestion identique à (C + O), mais sans apport d'azote minéral.

2 - Prix payé au producteur pour le Blé Cap Horn = 96 €/tonne

SOURCE: H. Charpentier, J. C. Guillet, L. Séguy, Elvsem Produits Organiques, CTAEX, Laboratoire analyses - Badajoz, Espagne/2005

FIG. 79

PERFORMANCES AGRO-ÉCONOMIQUES DE LA CULTURE D'ORGE DE PRINTEMPS EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE ET DU MODE DE GESTION DE LA CULTURE: CHIMIQUE (C), CHIMIQUE + ORGANIQUE (C+O) ET AU PLUS PRÈS DE L'ORGANIQUE (O)

Sols Bruns Argilo-Calcaires de l'Ouest et du Centre de la France - Montlouis sur Loire et Issoudun - 2005

I - COÛTS DE PRODUCTION		Modes de Gestion ¹ de la culture d'Orge					
		Chimique (C)		Chimique + Organique (C+O)		Organique (O)	
1.1 - Orge de Printemps		kg, g, t/ha	€/ha	kg, g, t/ha	€/ha	kg, g, t/ha	€/ha
				Semences de Ferme + T. Orga		Semences de Ferme + T. Orga	
Semences		100 kg	46,23	100 kg	22,50	100 kg	22,50
Engrais	Super 23	250 kg	35,32	250 kg	35,32	250 kg	35,32
	Urée	250 kg	47,94	91,6 kg	19,98	0	-
				humus 8t	48,0	humus 8t	48,0
Herbicides	Nicamor	15 g	9,93	15 g	9,93	15 g	9,93
	Communs Kart	0,8t	14,32	0,8t	14,32	0,8t	14,32
Insecticides	PEARL	0,075t	8,04	Neem 2t	40,0	Neem 2t	40
	PEARL	0,0625t	6,70	(2x1t)		(2x11)	40
Fongicides	ACANTO	0,4t	23,02	Ep4 3t	15,0	Ep4 3t	15,0
	OPUS	0,4t	16,25	(2x1,5t)		(2x1,5t)	
Sous Total			207,75 (100)		205,05 (99)		185,07 (89)
1.2 - Mode de Gestion du sol							
SCV (Semis Direct)	Metarex (2 x 3kg)		18,9		18,9		18,9
	Tamrock (0,8kg)		9,55		9,55		9,55
	Roundup		10,0		10,0		10,0
	Opération machines		70,0		70,0		70,0
			108,45		108,45		108,45
TOTAL GÉNÉRAL €/ha			316,20		313,50		293,52
II - PRODUCTIVITÉ (kg/ha) et P. RELATIVE (%)			5500 (100)		5000 (96)		4500 (82)
III - MARGES BRUTES ² (Hors Subsidés) €/ha			+206,3		+161,5		+133,98

1 - Modes de Gestion de la Culture:

- Chimique (C) - Herbicides + Insecticides + Fongicides + engrais minéral

170N + 50P₂O₅ + 50K₂O sur Blé Apache à Montlouis
 200N + 60P₂O₅ + 0K₂O sur Blé Cap Horn à Issoudun
 120N + 60P₂O₅ + 0K₂O sur Orge à Issoudun

- Chimique + Organique (C + O) - Herbicides + humus liquide + Eliciteur + Insecticide dérivé de Neem, niveau PK égal à C, dose N réduite de 60%.

- Au plus près de l'organique (O) - Gestion identique à (C + O), mais sans apport d'azote minéral.

2 - Prix payé au producteur pour l'orge de printemps = 95 €/tonne

SOURCE: H. Charpentier, J. C. Quillet, L. Séguy, Elvsem Produits Organiques; CTAEX, Laboratoire analyses - Badajoz, Espagne/2005

FIG. 80

COMPARAISON DES COÛTS DE PRODUCTION DE LA CULTURE DE BLÉ D'HIVER (en €/ha) EN SYSTÈME DE SEMIS DIRECT (SCV), EN FONCTION DU MODE DE GESTION¹ DE LA CULTURE: GESTION CHIMIQUE (C) ET GESTION MIXTE: CHIMIQUE + ORGANIQUE (C+O)

Soils Bruns Argilo-Calcaires de l'Ouest et du Centre de la France - Montlouis sur Loire et Issoudun - 2005

	GESTION CHIMIQUE (C)		GESTION CHIMIQUE + ORGANIQUE (C + O)	
	kg, g, l/ha	€/ha	kg, g, l/ha	€/ha
• Semences	100 kg	42,12	100 kg	20,00
• Engrais Super 23	250 kg	35,32	250 kg	35,32
	Urée 430 kg	93,70	200 kg	44,00
• Composés Organiques Humus liquide	-	-	8 l	48,00
	Kompost Liq.	-	4 l	16,00
• Herbicides	Allié 5g	3,34	5g	3,34
	Monitor 12,5g	17,42	12,5g	17,42
	Atlantis 250g	26,98	250g	26,98
	Primus 0,05 l	11,87	0,05 l	11,87
• Insecticides	Karaté Zeon 0,075 l	8,96	-	-
	Mavrik Flow 0,20 l	11,70	-	-
	Neem (TY 10)	-	1 à 2 l	20,00
• Fongicides	Opus 0,25 l	10,16	-	-
	Opus 0,25 l	10,16	-	-
	Opera 0,75 l	40,99	-	-
• Éliciteurs	EP4 + EP5	-	3 l + 3 l	51,00
Régulateur de croissance	Contec verse 2 l	4,42	-	4,42
		Total (C) 317,14	Total (C + O) 293,93	

1 - Modes de Gestion de la Culture:

- Chimique (C) - Herbicides + Insecticides + Fongicides + engrais minéral
- Chimique + Organique(C + O) - Herbicides + humus liquide + Éliciteur + Insecticide dérivé de Neem, niveau PK égal à C, dose N réduite de 60%.
- Au plus près de l'organique (O) - Gestion identique à (C + O), mais sans apport d'azote minéral.

SOURCE: H. Charpentier, J. C. Quillet, L. Séguy, Elviseem Produits Organiques, CTAEX, Laboratoire analyses - Badajoz, Espagne/2005

FIG. 81

RÉSULTATS D'ANALYSES¹ DE RÉSIDUS DE PESTICIDES DANS LES GRAINS ET LE SOL, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE ET DU MODE DE GESTION¹ DE LA CULTURE: CHIMIQUE (C), CHIMIQUE + ORGANIQUE (C + O) ET AU PLUS PRÈS DE L'ORGANIQUE (O)

Soils Bruns Argilo-Calcaires de l'Ouest et du Centre de la France - Montlouis sur Loire et Issoudun - 2005

SYSTÈME DE CULTURE	Mode de Gestion	Résidus Grains -Sols, en mg/kg et teneur en protéines des grains (%)						
		GRAINS				SOLS		
		% protéines	Multi-résidus	Glyphosate	Paraquat	Multi-résidus	Glyphosate	Paraquat
I - Semis Direct (SCV)	C	10,2	<LQ	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
	C+O	10,11	<LQ	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
	• Orge/Blé	O	9,30	<LQ	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01
• Blé/Colza	C	11,0-11,65	<LQ	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
	C+O	9,32	Malathion 0,01	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
	O	7,13-11,32	<LQ	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
II - Labour								
• Orge/Blé	C	12,20	<LQ					
• Blé/Colza	C	11,0-12,2	<LQ					

1 - Analyses de résidus réalisées par le laboratoire CTAEX - Badajoz, Espagne

- Analyses multi-résidus = Méthode de Liéke modifiée (OC) 124 molécules recherchées (cf. fiche) - <LQ = inférieure à la limite de quantification
- Analyse Paraquat et Glyphosate = HPLC/MSD

2 - Modes de Gestion de la Culture:

- Chimique (C) - Herbicides + insecticides(2) + Fongicides(2) + engrais minéral
- Chimique + Organique(C + O) - Herbicides + humus liquide + Éliciteur + Insecticide dérivé de Neem(2), niveau PK égal à C, dose N réduite de 60%.
- Au plus près de l'organique (O) - Gestion identique à (C + O), mais sans apport d'azote minéral.

3 - Malathion - Provenant de la pollution de la remorque de transport des grains en vrac, à la récolte

SOURCE: H. Charpentier, J. C. Quillet, L. Séguy, Elviseem Produits Organiques, CTAEX, Laboratoire d'analyses - Badajoz, Espagne/2005

**FICHE DES PESTICIDES ANALYSÉS par la méthode de Luke modifiée –
Laboratoire CTAEX Vilafranca de Gudianio, Apdo Correos 435 - Badajoz - Espagne**

	Limite de Quantification (LQ)		Limite de Quantification (LQ)		Limite de Quantification (LQ)
Acefato	0.02	Dicofol	0.02	Orto-fenilfenol	0.01
Acrinatrina	0.01	Dieldin	0.01	Oxadixil	0.05
Alacloro	0.05	Difenoconazol	0.02	Paration	0.05
Aldrín	0.01	Dimetoato	0.02	Paration-metil	0.05
Amitraz	0.02	Disulfoton	0.02	Penconazol	0.01
Atrazina	0.10	Endosulfan	0.01	Pendimetalin	0.05
		Endrin	0.01	Pentaclorobence	0.05
Azinfos- etil	0.05			no	
Azinfos-metil	0.05	Esfenvalerato	0.02	Permetrina	0.03
Azoxistrobin	0.01	Etion	0.10	Piridaben	0.01
Benalaxil	0.05	Etoxiquina	0.01	Piridafention	0.05
Benfluralina	0.01	Fenamifos	0.02	Pirifenox	0.03
Bifentrin	0.01	Fenarimol	0.01	Pirimifos-etil	0.05
Bromacilo	0.05	Fenitroton	0.01	Pirimifos-metil	0.01
Bromopropilate	0.01	Fenpropatrina	0.02	Piriproxifen	0.01
Bupirimate	0.02	Fention	0.01	Procimidona	0.01
Buprofezin	0.01	Fenvalerate	0.02	Procloraz	0.05
Butóxido de piperonilo	0.02	Fipronil	0.01	Prometrina	0.05
Captan + Folpet	0.10	Fludioxonil	0.01	Propargita	0.05
Carbofenotión	0.02	Fluvalinato-tau	0.01	Propiconazol	0.03
carbofurano	0.01	Fonofos	0.10	Propizamida	0.02
Cihalotrina- lambda	0.01	Fosalone	0.10	Protiofos	0.02
Ciflutrina	0.02	Forato	0.05	Quinalfos	0.05
Cimoxanilo	0.05	Formation	0.02	Quinometionate	0.02
Cipermetrina	0.02	Fosalone	0.10	Quinoxifen	0.01
Ciproconazol	0.01	Fosmet	0.05	Simazina	0.02
Ciprodinil	0.01	HCH-alfa	0.02	Tebuconazol	0.05
Clorbufan	0.05	HCH-gamma	0.01	Terbumetona	0.02
Clorfenvinfos	0.02	Heptacloro	0.01	Terbutilazina	0.05
Clorpirifos-etil	0.01	Heptenofos	0.02	Terbutrina	0.05
Clorpirifos- metil	0.01	Hexaclorobence	0.01	Tetraconazol	0.01
Clorprofam	0.05	no			
Clortal-dimetil	0.01	Hexaconazol	0.02	Tetradifon	0.01
Clortalonil	0.01	Imazalil	0.02	Tetrametrina	0.05
Clozolinato	0.05	Iprodiona	0.02	Tolclofos-metil	0.01
DDT	0.01	Kresoxim-metil	0.01	Tolilfluanida	0.03
Deltametrin	0.02	Malathion	0.01	Triadimefon	0.05
Diazinón	0.01	Mecarbam	0.05	Triadimenol	0.05
Diclobenil	0.05	Metalaxil	0.01	Triazofos	0.02
Diclofluanid	0.05	Metamidofos	0.01	Triclorfon	0.10
Dicloran	0.01	Metidation	0.02	Vinclozolin	0.01
Diclorvos	0.01	Metoxicloro	0.01		
		Miclobutanil	0.01		
		Monocrotofos	0.02		
		Nuarimol	0.01		

2.2.4 CREATION DES RIZ POLY-APTITUDES SEBOTA DANS LES SYSTEMES DE CULTURE EN SEMIS DIRECT (SCV)

Cette opération de recherche a été entreprise il y a déjà 14 ans, pour suppléer les déficiences de la recherche mondiale dans sa résolution des grandes problématiques de la riziculture du Sud ; elle visait en particulier à concilier “augmentation de la productivité et amélioration – diversification de la qualité” et la pérennisation d’une culture moderne de riz pluvial de haute technologie dans la zone tropicale humide des fronts pionniers du Sud du Bassin Amazonien au Brésil ; plus largement, elle visait la mise au point d’un matériel génétique poly-aptitudes, dans des systèmes de Semis Direct SCV adaptés à toutes conditions de culture, pour offrir de nouvelles alternatives rizicoles performantes et diversifiées, moins polluantes, économes en intrants et en main d’œuvre, au monde tropical.

() Les résultats du Brésil exposés portent sur les années agricoles 2003/04 et 2004/05, car elles correspondent à un nouveau partenariat CIRAD-CA/CEREAISNET-FRONTTEIRA, dans l’écologie des forêts humides du Sud du Bassin Amazonien (Sinop - MT), donc à un projet reformulé selon les exigences de chaque partenaire (Cf. convention de partenariat 2003).*

Seront également présentés, comme exemples, sous forme très résumée, les résultats les plus significatifs obtenus par des rizicultures alternatives en Semis Direct SCV, qui incorporent les riz SEBOTAS au niveau du Réseau SCV Tropical : Madagascar, Colombie [TRANSFERT – ADAPTATION – DIFFUSION SUD-SUD]

> BRESIL (Etats du Mato Grosso et de Goiás)

⇒ **EN TERRE NEUVE**, sur défriche de forêt, **en première année**, le potentiel des meilleurs cultivars SEBOTAS est voisin de 10 t/ha, soit jusqu’à 50% de plus que le témoin CIRAD 141 (*qui couvrait jusqu’en 2004/05 entre 200.000 et 400.000 ha/an dans la ZTH du Mato Grosso depuis 1998*), et pratiquement le double des rendements de la variété Primavera (*deuxième variété la plus plantée au Mato Grosso*) (Fig. 82).

- Les cultivars les plus productifs avec une fumure minérale NK de faible niveau (33 N + 60 K2O), et les moins sensibles aux maladies cryptogamiques en particulier à la pyriculariose et au complexe fongique des tâches de grains, sont issus du croisement Tolimã / BSL (Fig. 83) ; à l’inverse, les cultivars issus du croisement SL6.1/ CT nécessitent d’une protection fongicide pour exprimer leur fort potentiel ; le croisement CT / Diwani, quoique moins productif (environ 7 t/ha), fournit des cultivars également peu sensibles aux maladies (Cf. Fig. 83).
- **En 2^e année de culture Riz sur défriche de forêt**, et en présence d’un très faible niveau de fumure NK (20 N + 40 K2O), le potentiel des meilleurs cultivars reste très élevé : entre 5 et 8 t/ha, soit jusqu’à 175% du témoin de référence CIRAD 141 et 191% du second témoin Primavera (Fig. 84) ; les croisements BSL / Diwani et BSL / Pusa expriment les plus hauts rendements moyens dans ces conditions de faible fertilisation azotée et potassique : entre 5,6 et 6,2 t/ha (Fig. 85).
- **En conditions de grande culture, la première année sur défriche** avec une fumure minérale NK modeste de 33 N + 60 K2O, les meilleures variétés produisent entre 5,6 et 7,0 t/ha, soit de 130 à 141% du témoin CIRAD 141 ; les cultivars de cycle court SEBOTA 68 et SEBOTA 69 (*100 à 105 jours*) produisent respectivement 7,4 et 7,5 t/ha avec une densité de semis très faible de 15 kg/ha grâce à un tallage exceptionnellement élevé ; **leur productivité/jour est de plus de 70 kg** (Fig. 86).
- **En deuxième année de culture riz après défriche** et en présence d’un très faible niveau de fumure NK (20 N + 40 K2O), les rendements en grandes parcelles avec densités de semis maintenues très faibles (*entre 15 et 20 kg/ha*) sont encore très élevés et supérieurs à 5,0 t/ha pour les meilleures variétés : 5,4 t/ha pour SEBOTA 68, 5,75 t/ha pour SEBOTA 175 ; cette dernière est aromatique et offre une rusticité proche de celle de CIRAD 141, et fait partie de nos produits riz à forte valeur ajoutée (Fig. 86).

FIG. 82

PRODUCTIVITÉ¹ DES MEILLEURES VARIÉTÉS DE RIZ PLUVIAL POLY-APTITUDES SEBOTAS EN PREMIÈRE ANNÉE SUR DÉFRICHE DE FORÊT DU SUD DU BASSIN AMAZONIEN

Écologie des sols² ferrallitiques des forêts du Centre Nord Mato Grosso - Sinop/MT - 2004

Cultivar Sebota	Sans Protection ³			Cultivar Sebota	Avec Protection ³		
	Prod. t/ha	Productivités Relatives			Prod. t/ha	Productivités Relatives	
		%CIRAD	%PRMV			%CIRAD	%PRMV
SBT 1141	6,08	100%	125%	SBT 1141	6,37	100%	97%
INT 231	3,85	63%	79%	SBT 42	5,65	89%	86%
SBT 130	5,75	95%	118%	SBT 49	6,08	95%	93%
SBT 79	5,9	97%	121%	SBT 7	6,08	95%	93%
SBT 55	6,13	101%	126%	SBT 89	6,15	97%	94%
SBT 238	6,18	102%	127%	SBT 279	6,68	105%	102%
SBT 62	6,18	102%	127%	SBT 238	6,93	109%	106%
SBT 56	6,25	103%	128%	SBT 70	6,98	109%	106%
SBT 71	6,25	103%	128%	SBT 56	7,08	111%	108%
SBT 64	6,28	103%	129%	SBT 41	7,13	112%	109%
SBT 89	6,38	105%	131%	SBT 239	7,28	114%	111%
SBT 88	6,55	108%	134%	SBT 43	7,40	116%	113%
SBT 49	6,73	111%	138%	SBT 130	7,55	119%	115%
SBT 63	7,05	116%	144%	SBT 64	7,65	120%	117%
SBT 41	7,1	117%	145%	SBT 88	7,75	122%	118%
SBT 53	7,13	117%	149%	SBT 71	8,2	129%	125%
SBT 7	7,2	118%	148%	SBT 196	8,23	129%	126%
SBT 239	7,33	120%	150%	SBT 177	8,3	130%	127%
SBT 279	7,45	123%	153%	SBT 66	8,35	131%	127%
SBT 123	7,48	123%	153%	SBT 123	8,4	132%	128%
SBT 196	7,5	123%	154%	SBT 53	8,43	132%	129%
SBT 219	7,88	130%	161%	SBT 215	8,43	132%	129%
SBT 216	8,08	133%	165%	SBT 62	8,7	137%	133%
SBT 69	8,18	134%	168%	SBT 79	8,75	137%	134%
SBT 43	8,4	138%	172%	SBT 216	8,8	138%	134%
SBT 177	8,48	139%	174%	SBT 63	8,85	139%	135%
SBT 68	8,65	142%	177%	SBT 219	8,93	140%	136%
SBT 66	8,75	144%	179%	INT 231	8,98	141%	137%
SBT 215	9,13	150%	187%	SBT 69	9,53	150%	145%
SBT 70	9,15	150%	188%	SBT 55	9,93	156%	152%
SBT 42	9,4	155%	193%	SBT 68	10,8	170%	165%

1 - Dispositif expérimental: Collection testée avec témoins CIRAD 141 et Primavera (PRMV) intercalés toutes les 10 variétés à tester.

- 153 Variétés Sebota évaluées
- CV de l'essai: 9,2%

2 - Fumure minérale, en kg/ha: 33N + 230P₂O₅ + 60K₂O
(* Thermophosphate Yoorin Master Si (17% P₂O₅)

3 - Sans protection fongicide et avec protection fongicide en fin de cycle (Triciclazol)

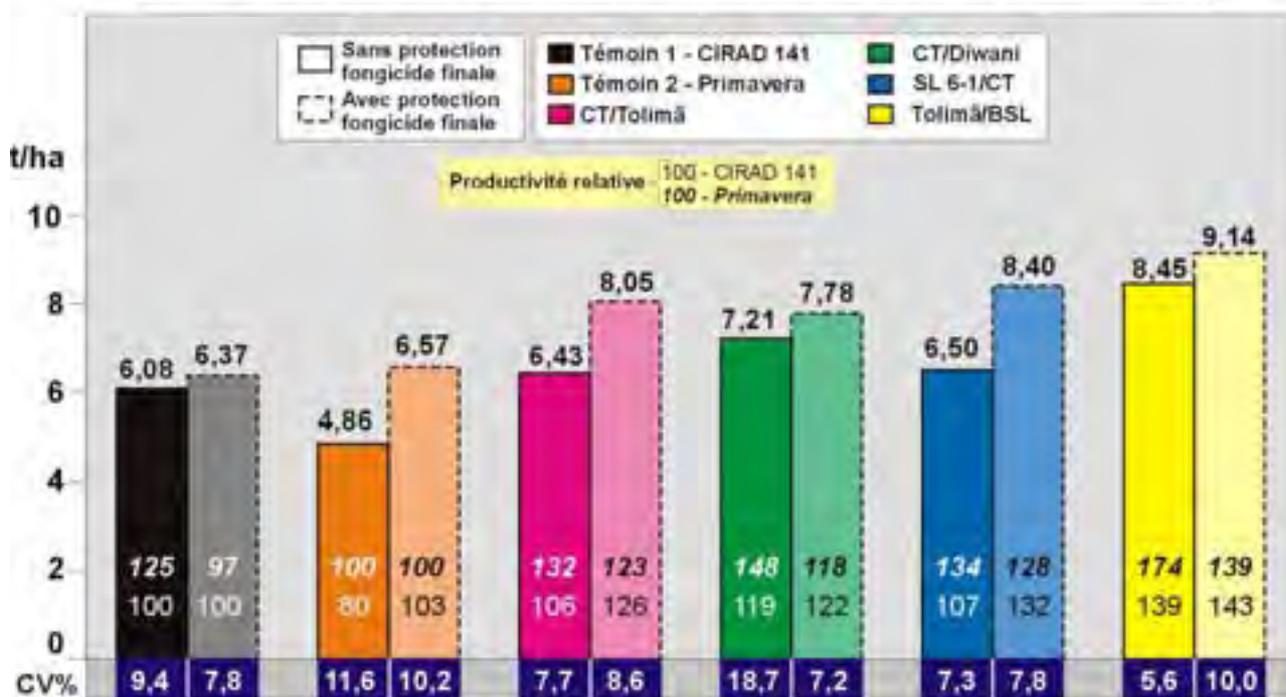
SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA

Débora C. M. Ribeiro, Luiz Saucedo, Cereaisnet/Fronteira, - Sinop/MT - 2004

FIG. 83

RENDEMENTS MOYENS¹, PAR CROISEMENT², DES RIZ POLY-APTITUDES SEBOTAS EN PREMIÈRE ANNÉE SUR DÉFRICHE DE FORÊT DU SUD DU BASSIN AMAZONIEN

Écologie des sols³ ferrallitiques des forêts du Centre Nord Mato Grosso - Sinop/MT - 2004



1 - Dispositif expérimental en collection testée - Témoins CIRAD 141 et Primavera intercalés toutes les 10 variétés à tester

2 - 5 à 8 variétés fixées/croisement

3 - Fumure minérale, en kg/ha: 33N + 230P₂O₅ + 60K₂O

(*) Thermophosphate Yoorin Master Si (17% P₂O₅)

SOURCE: L. Seguy, S. Bouzinac, J. Talifebois, CIRAD-CA; Débora C. M. Ribeiro, Luiz Saucedo, Cerealsnet/Fronteira, - Sinop/MT - 2004

FIG. 84

PRODUCTIVITÉ¹ DES MEILLEURES VARIÉTÉS DE RIZ PLUVIAL POLY-APTITUDES SEBOTAS EN 2^{ème} ANNÉE DE DÉFRICHE, AVEC TRÈS FAIBLE NIVEAU DE FUMURE MINÉRALE² NK SUR FORÊT DU SUD DU BASSIN AMAZONIEN

Écologie des sols ferrallitiques des forêts du Centre Nord Mato Grosso - Sinop/MT - 2005

Cultivar Sebota SBT	Productivité (t/ha)	Productivité Relative	
		% CIRAD 141	% Primavera
Témoin 1 - CIRAD 141	5,01	100	109
Témoin 2-Primavera	4,58	92	100
SBT 36	5,00	99	109
SBT 69	5,07	101	111
SBT 68	5,13	103	112
SBT 172	5,27	105	115
SBT 272	5,27	105	115
SBT 43	5,47	109	119
SBT 95	5,67	113	123
SBT 89	5,68	114	124
SBT 252	5,70	114	124
SBT 184	5,76	115	126
SBT 175	5,90	118	129
SBT 33 (MAD.)	6,00	120	131
SBT 106	6,03	120	131
SBT 62	6,06	121	132
SBT 134	6,07	121	132
SBT 65	6,10	122	122
SBT 281	6,37	127	139
SBT 265	6,48	129	141
SBT 6	6,53	130	143
SBT 4	7,27	145	159
SBT 231 (MAD.)	7,43	148	162
BUZI	8,77	175	191

1 - Dispositif expérimental = collection testée -Témoins CIRAD 141 et Primavera intercalés toutes les 10 variétés à tester - 130 variétés évalués
CV de l'essai = 17,4%

2 - Fumure minérale, en kg/ha: 20N + 0P₂O₅ + 40K₂O

(*) Thermophosphate Yoorin Master Si (17% P₂O₅) - 230 P₂O₅ appliqués en novembre 2003

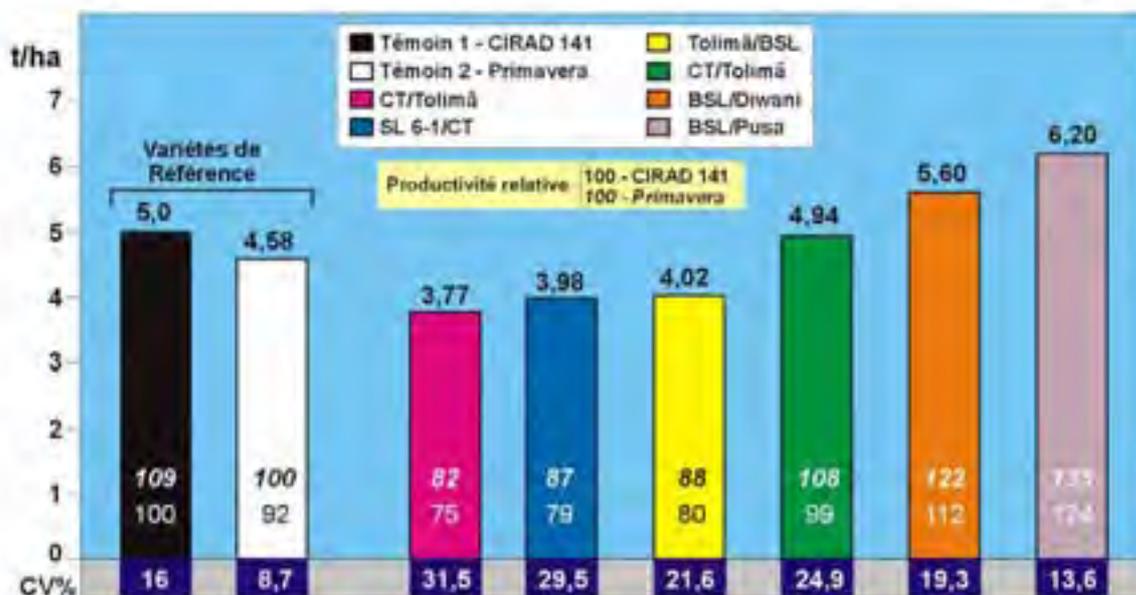
SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA;

Débora C. M. Ribeiro, Luiz Saucedo, Cerealsnet/Fronteira, - Sinop/MT - 2005

FIG. 85

RENDEMENTS MOYENS¹, PAR CROISEMENT², DES RIZ POLY-APTITUDES SEBOTAS EN 2^{ème} ANNÉE APRÈS DÉFRICHE, EN PRÉSENCE D'UN TRÈS FAIBLE NIVEAU DE FUMURE MINÉRALE³ NK, SUR FORÊT DU SUD DU BASSIN AMAZONIEN

Écologie des sols ferrallitiques des forêts du Centre Nord Mato Grosso - Sinop/MT - 2005



1 - Dispositif expérimental en collection testée - Témoins CIRAD 141 et Primavera intercalés toutes les 10 variétés à tester
 2 - 5 à 8 variétés fixées/croisement
 3 - Fumure minérale, en kg/ha: 20N + 0P₂O₅ + 40K₂O
 (*) Thermophosphate Yoorin Master Si (17% P₂O₅) - 230 P₂O₅ appliqués en novembre 2003
 SOURCE: L. Seguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA; Débora C. M. Ribeiro, Luiz Saucedo, Cerealsnet/Fronteira - Sinop/MT - 2005.

FIG. 86

PERFORMANCES, EN GRANDE CULTURE¹, DES MEILLEURES VARIÉTÉS DE RIZ PLUVIAL POLY-APTITUDES SEBOTAS EN PREMIÈRE ET 2^{ème} ANNÉES SUR DÉFRICHE DE FORÊT DU SUD DU BASSIN AMAZONIEN

Écologie des sols² ferrallitiques des forêts du Centre Nord Mato Grosso - Sinop/MT - 2005

Variété Sebota	Productivité (t/ha)		Productivité Relative [% CIRAD 141]		Rendement Usinage (%)		Grains Entiers (%)		Teneur en Amylose (%)
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004
CIRAD 141 (Témoin)	4,30	3,86	100	100	70	71	56	58-60	19
SBT 68	7,50	5,43	174	141	71	72	65	61-64	19
SBT 69 (TapaJós)	7,40	4,42	172	113	73	72	64	62-63	28
SBT 63	6,10	4,95	142	128	69	68	48	48-52	28
SBT 142 (Beleza)	5,60	3,90	130	114	74	72	60	58-62	20
SBT 1 (Aromatique)	5,80	3,59	135	93	68	68	45	42-50	-
SBT 175 (Aromatique)	6,70	5,75	156	149	70	71	56	57-61	-
Primavera	3,90	3,68	91	95	72	71	52	48-54	25
SBT 41 (BSL)	5,10	4,70	119	122	72	71	55	54-60	26

1 - Dispositif expérimental = Collection testée avec témoin CIRAD 141 répété - 5000m²/variété
 2 - Fumure minérale, en kg/ha: $\begin{cases} 1^{ère} \text{ année} \rightarrow 33N + 230P_2O_5 + 80K_2O \\ 2^{ème} \text{ année} \rightarrow 20N + 0P_2O_5 + 40K_2O \end{cases}$
 (*) Thermophosphate Yoorin Master Si (17% P₂O₅)
 SOURCE: L. Seguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA; Débora C. M. Ribeiro, Luiz Saucedo, Cerealsnet/Fronteira - Sinop/MT - 2005

⇒ **EN TERRE DE « VIEILLE CULTURE » (> 15 – 20 ans) (Fig. 87 et 88)**

- **L'objectif prioritaire de nos travaux est de créer – adapter des riz poly-aptitudes à haute valeur ajoutée dans les systèmes de Semis Direct en rotation (Soja + safrinhas à fortes biomasses, Coton), pour donner une large place au riz pluvial de haute technologie dans les systèmes SCV en rotation de la Zone Tropicale Humide (Brésil et extrapolation pour la ZTH tropicale en général), et l'inscrire dans la durée (pérenniser) comme une option lucrative supplémentaire de diversification, une alternative de plus pour assurer la reconquête de la biodiversité des SCV et de leur stabilité économique.**
- **Même si nos travaux sont également au service du riz très long fin de première catégorie (type 1 : qualité supérieure des riz irrigués du Sud), nos efforts portent en priorité sur les riz aromatiques, les riz colorés, colorés et aromatiques, soient des produits commerciaux à haute valeur ajoutée (Brésil et exportation).**
- **En année climatique favorable**, comme au cours de la campagne 2003/04, les meilleurs cultivars aromatiques atteignent **des rendements records dans les SCV** : 8,2 t/ha pour SEBOTA 28, et même 11,8 t/ha pour SEBOTA 254 et 12,3 t/ha pour SEBOTA 36, en Semis Direct sur *Eleusine coracana* et rotation avec SCV Soja + Safrinha/ Coton. Divers cultivars SEBOTA (SBT), au-delà de leur potentiel très élevé, présentent des formats de grain exceptionnels : SEBOTA 270, par exemple est une véritable aiguille et doté d'un arôme qualifié comme excellent par la firme **Lustucru France**.
- **En année climatique très défavorable (Fig. 87)**, avec périodes fréquentes de déficit hydrique prononcés, cette collection de riz aromatique, exprime des **réactions différentielles aux déficiences en oligo-éléments** (en Mn et Zn surtout, en Cu et B secondairement, induites par des chaulages excessifs appliqués à la culture de coton, qui est la culture principale de la région de Campo Verde), comme le montre la figure 87.
- **Les qualités technologiques des meilleurs cultivars aromatiques et non aromatiques**, de même que leur apparence après usinage, leur comportement à la cuisson, **peuvent être qualifiées d'excellentes** car elles sont en parfaite conformité avec les exigences des consommateurs brésiliens et sud-américains des grandes villes (*grains longs fins, non collants à cuisson rapide et rendement élevé à la cuisson*).

FIG. 87

PERFORMANCES DES RIZ POLY-APTITUDES AROMATIQUES SEBOTAS EN TERRE DE VIEILLE CULTURE ET SYSTÈME DE SEMIS DIRECT (SCV)

Écologie des sols ferallitiques des cerrados humides d'altitude du Sud-Est Mato Grosso
Fazenda Mourão - Campo Verde - MT/2004

I - EN GRANDE CULTURE MECANISÉE¹

Cultivar Sebota SBT	Productivité (t/ha)	CV %
Sebota 1	5,42	8,4
Sebota 28	8,21	9,2
Sebota 254	11,38	7,6
Sebota 36	12,32	6,8

II - EN COLLECTION TESTÉE²

Cultivar Sebota SBT	Productivité (t/ha)	Productivité Relative (% CIRAD 141)	Sensibilité Aux Oligo-éléments ³
SBT 19	4,18	73	MS
SBT 11	4,85	85	MR
SBT 23	4,99	87	S
SBT 21	5,27	92	MS
SBT 20	5,28	92	MS
TAM DAO	5,38	94	MS
SBT 1	5,46	95	MR
SBT 22	5,47	96	S
SBT 25	5,54	97	MS
SBT 251	5,67	99	MR
SBT 16	5,79	101	MR
SBT 24	5,83	102	MS
SBT 270	5,94	104	MR
SBT 252	5,96	104	MR
SBT 225	6,19	108	MR
SBT 34	6,41	112	R
SBT 224	6,52	114	MR
SBT 108	6,76	118	MR
SBT 255	6,88	120	MR
CIRAD 141	5,72	100	R

1 - Parcelle de 1 ha/cultivar - 6 échantillons de 20m² /cultivar

2 - Témoin CIRAD 141 répété toutes les 5 variétés à tester

CV de l'essai= 8,45%

3 - Échelle de sensibilité à la déficience **S** = Sensible; **MS** = Moyennement sensible;
MR = Moyennement résistant; **R**= Résistant

• Fumure ➔ 1000 kg/ha Thermophosphate Yoorin Master Si/3 ans (17% P₂O₅) + 75N + 54P₂O₅ + 54 K₂O

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA;

Marcos Cecconi, Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2004

FIG. 88

PERFORMANCES¹ DES MEILLEURES VARIÉTÉS DE RIZ POLY-APTITUDES SEBOTAS, EN TERRE DE VIEILLE CULTURE ET SYSTÈME DE SEMIS DIRECT (SCV)

Écologie des sols ferrallitiques des cerrados d'altitude² du Sud de Goiás - Montividiu/GO - 2004

Cultivar Sebota SBT	Productivité ³ (t/ha)	Productivité Relative (% CIRAD 141)	Rendement usinage (%)	Grains entiers (%)
CIRAD 141 (T)	5,12	100	69	60
Primavera	3,54	69	66	46
SBT 89	5,45	106	68	64
SBT 63	5,65	110	69	46
SBT 41	5,92	116	72	55
SBT 70	6,13	120	70	67
SBT 48	6,27	122	64	57
SBT 68	6,51	127	68	65
SBT 43	6,64	130	63	55
SBT 69	6,88	134	69	62

1 - Dispositif expérimental en collection testée - Témoin CIRAD 141 répété toutes les 5 variétés à tester
• CV de l'essai = 7,54%

2 - Altitude: entre 900 et 1100 m

3 - Fumure minérale, en kg/ha: 72N + 70P₂O₅ + 90K₂O

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA; G. Paludo, Fazenda São José - Montividiu/GO - 2004

TRANSFERT SUD – SUD ET ADAPTATION DES TECHNOLOGIES SCV ET DES RIZ SEBOTAS POLY-APTITUDES SUR LE RESEAU SCV TROPICAL

➤MADAGASCAR

Deux exemples illustrent parfaitement l'intérêt des riz SEBOTAS et leurs poly-aptitudes (Fig. 75 et 74) :

- **les rizières à mauvaise maîtrise de l'eau du Lac Alaotra**, où les agriculteurs cultivent et investissent tous les ans une forte main d'œuvre pour ne récolter qu'une année sur 4 ou 5, avec des rendements compris entre 800 et 1.200 kg/ha suivant les conditions climatiques ;
- **la « poche d'eau » de Ankililoaka**, sur la côte ouest à faible pluviométrie très aléatoire (*climat type sahélien*), où se pratique une riziculture repiquée avec maîtrise de l'eau sur les 2 saisons : pluvieuse et sèche.

➔Au Lac Alaotra, Extraits du doc. SD mad, GSDM, TAFE, CIRAD, rédigé par O. Husson à partir de leurs travaux :

« Caractéristiques des variétés SEBOTAS

La particularité des variétés de riz poly-aptitudes 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. Les conditions optimales de production sont, en phase végétative, des régimes plutôt aérobies qui favorisent un fort tallage. Ces variétés, à fort enracinement, supporteront beaucoup plus facilement que les riz classiques de bas fonds les éventuelles périodes de sécheresse pendant la saison de culture, tout en se comportant bien en conditions irriguées. Il est donc possible, par exemple, de les

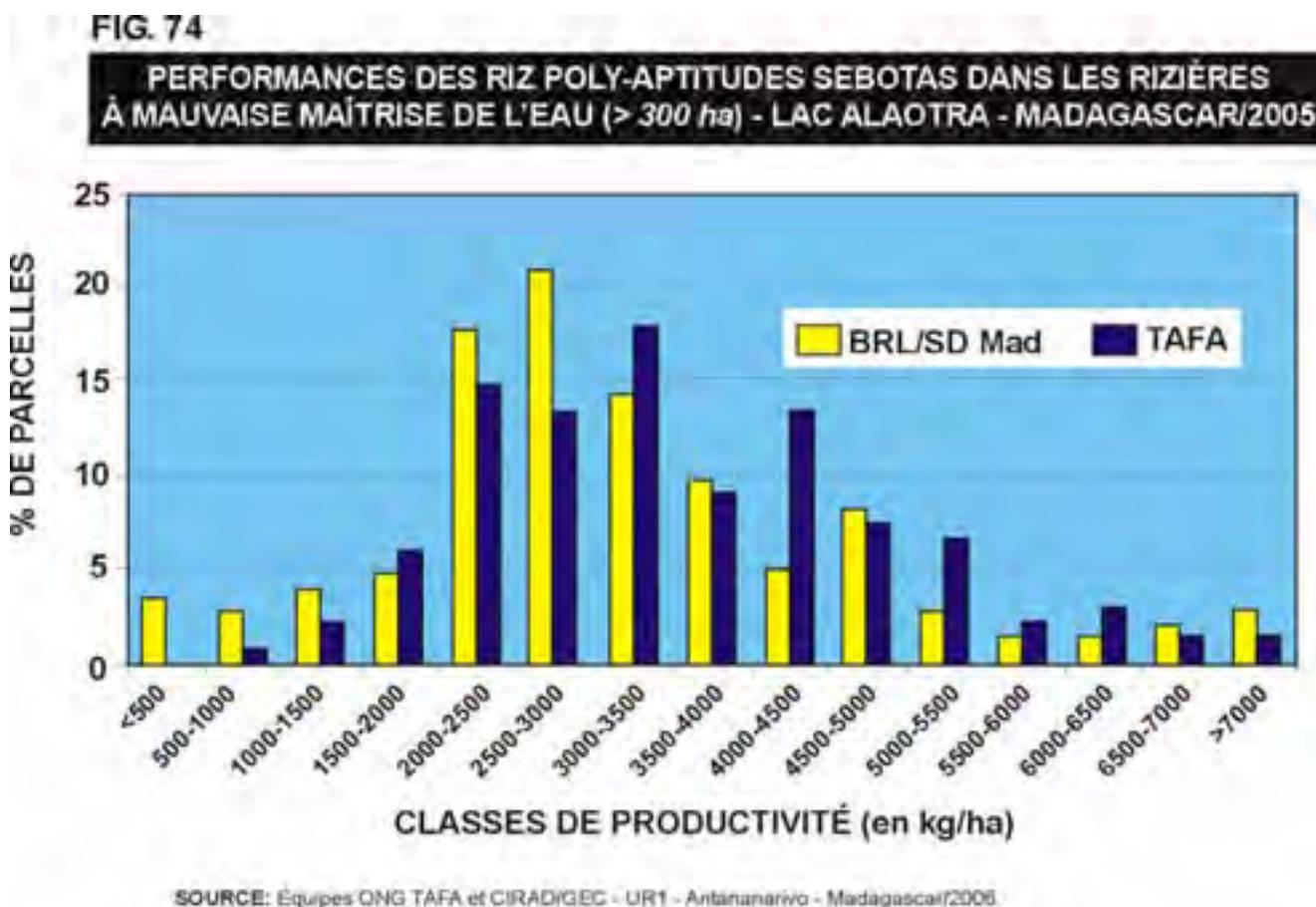
semier en pluvial, comme un riz de tanety, en attendant l'arrivée de l'eau ; puis de continuer la culture en irrigué, lorsque l'eau sera disponible ; **Elles permettent donc de réduire l'impact des aléas climatiques, de sécuriser la production et donc de permettre l'intensification des cultures à moindre risque.** Leur cycle relativement court leur permet également d'arriver en production tôt dans la saison, à un moment où les prix de vente sont intéressants.

Elles sont particulièrement adaptées pour les rizières à mauvaise maîtrise de l'eau où elles peuvent être installées en pluvial, et continuer leur croissance en irrigué lorsque l'eau est disponible par la suite, ou au contraire, si l'eau est disponible en début de campagne, être repiquées en irrigué et continuer leur croissance sous pluie.

Pour, les rizières bénéficiant de la maîtrise de l'eau, elles constituent des variétés à haute productivité (*jusqu'à 12 t/ha au Brésil pour la variété SEBOTA 41*), qui valorisent au maximum les engrais (*tout en réduisant les besoins en eau d'irrigation*) et sont donc particulièrement intéressantes pour une riziculture intensifiée. Sans engrais et avec la maîtrise de l'eau, elles assureront une production non négligeable mais n'apportent pas de gains de rendement sensible par rapport aux variétés classiques. Le très fort tallage de certaines de ces variétés en fait également de très bonnes candidates pour la culture en SRI.

Les résultats moyens en milieu paysan obtenus au Lac Alaotra sur 300 ha au cours de la dernière saison des pluies sont intéressants : le rendement moyen obtenu est de l'ordre **de 3,5 t/ha, avec des maximums de 7 à 8 t/ha** sur les meilleures parcelles, avec un niveau de fertilisation moyen (*175 kg/ha d'urée en 3 apports sur sols alluviaux, 130 kg/ha de DAP suivis de 120 kg/ha d'urée en 2 apports sur sols organiques*).

Sur 148 parcelles encadrées par BRL/SDmad et 134 parcelles encadrées par TAFE au Lac Alaotra (plus de 120 ha), la distribution des rendements est décrite sur la figure 74 à suivre:



Avec 3,5 t/ha de moyenne, 85 à 90% des parcelles ayant un rendement supérieur à 2 t/ha valorisant bien la journée de travail, et de 10 à 15% des parcelles ayant un rendement supérieur à 5,0 t/ha et une marge nette de 750.000 Ariary/ha, ces résultats sont très intéressants pour des rizières sans maîtrise de l'eau, où les rendements moyens interannuels sont de l'ordre d'une tonne par ha. Il est projeté d'étendre au Lac Alaotra cet itinéraire à 3.000 ha pour la prochaine saison des pluies 2005/06. »

→ **A Ankililoaka, en conditions repiquées avec maîtrise de l'eau (Fig. 75):**

- Les 3 meilleures variétés SEBOTA 281, SEBOTA 65 et SEBOTA 33 produisent respectivement, en moyenne, 7.825 kg/ha, 7.650 kg/ha et 6.550 kg/ha, soit 138%, 135% et 116% de plus que le témoin à aptitudes strictement irriguées, Philippine (Tche Kouai) ;
- **Sans engrais**, ces 3 mêmes variétés **produisent entre 6.000 et 7.000 kg/ha**, et entre 7.000 et 8.700 kg/ha avec la fumure la plus élevée qui n'apporte que des gains de rendements modestes par rapport à la fumure faible de niveau F1 qui produit entre 7.000 et 8.000 kg/ha.

FIG. 75

PRODUCTIVITÉ (kg/ha) DE 5 VARIÉTÉS DE RIZ POLY-APTITUDES SEBOTAS EN CONDITIONS IRRIGUÉES AVEC REPIQUAGE Ankililoaka - Sud Ouest Malgache, 2005

Niveau de Fumure Minérale ¹	VARIÉTÉS SEBOTAS ²					Variété de référence (T) Philippine	Moyenne /Fumure et Productivité Relative (%)
	SBT 147	SBT 281	SBT 65	SBT 33	SBT 41		
F ₀	4000	6400	6700	6200	4600	5400	5550 (100)
F ₁	5400	8000	7700	7000	5700	5400	6533 (117)
F ₂	5700	8200	7800	6000	6200	5400	6550 (118)
F ₃	6200	8700	8400	7000	7000	6400	7283 (131)
Moyenne /Variété et Productivité Relative (%)	5325 (94)	7825 (138)	7650 (135)	6550 (116)	5875 (104)	5650 (100)	

1 - Niveau de fumure minérale

F₀ = Sans fumure

F₁ = 54N + 15P₂ O₂ + 11K₂O/ha

F₂ = 76N + 66P₂ O₂ + 48K₂O/ha

F₃ = 120N + 110P₂ O₂ + 60K₂O/ha

2 - Des données phénologiques plus complètes ont été mesurées pour chaque variété:

- Hauteur des plantes à maturité, tallage, tallage utile, nb de grains/panicule, % stérilité.

SOURCE → Réalisation: Équipes SO MAD, TAFI, CIRAD/UR1 - Antananarivo, Madagascar/2005

➤ COLOMBIE

• *Le projet El Aceituno constitue, sans aucun doute, la référence technologique actuelle et en puissance la plus performante de tout notre dispositif CIRAD/SCV, grâce à l'animation exceptionnelle de Mr Cesar Botero, visionnaire éclairé d'une compétence extrêmement rare, en parfaite synergie avec Mme Joanna Dossmann, jeune chercheur également très compétente et d'une équipe technique en général de tout premier plan dans tous les domaines de la production de haute technologie (agronomie, maîtrise technique, capacité à créer, à aborder-incorporer-dominer l'innovation technologique).*

• *Le contrat El Aceituno/CIRAD-CA UR 1, prévoit des royalties pour le CIRAD sur le lancement des variétés SEBOTAS (aromatiques ou non aromatiques) en Colombie.*

• *L'objectif essentiel du contrat en matière de Recherche-Action réside dans la mise au point de systèmes SCV en rizicultures irriguée et pluviale, qui incorporent les variétés et hybrides qui les valorisent avec un maximum de profit (optimisation continue des relations «Génotype x Systèmes SCV») et minimisent les impacts sur l'environnement.*

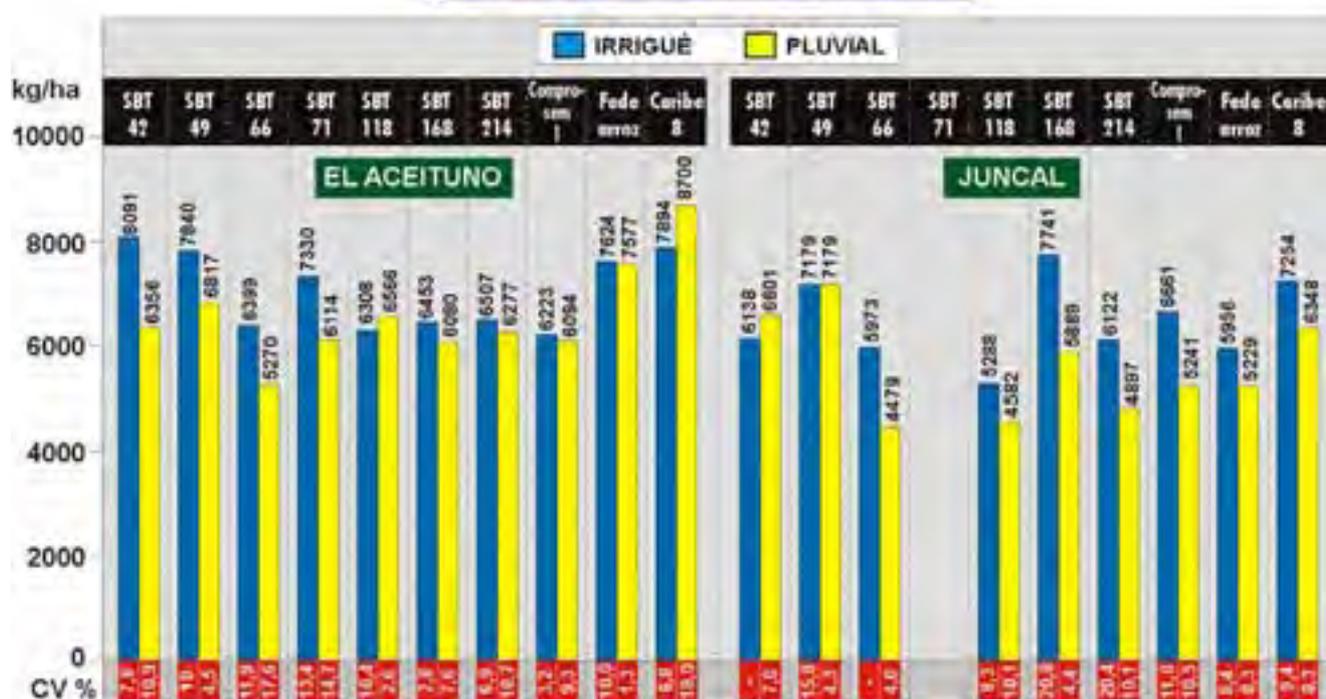
⇒ CARACTERISTIQUES PHENOLOGIQUES ET PRODUCTIVITE SUR LES SOLS ALLUVIAUX DE PLAINE

• *L'évaluation d'un premier lot de variétés SEBOTAS (SBT) à El Aceituno (qui ne sont pas, et de loin, nos meilleures variétés) est réunie dans les figures 89 et 90, qui attirent les conclusions suivantes :*

FIG. 89

PRODUCTIVITÉ (en kg/ha) DE VARIÉTÉS DE RIZ SEBOTAS (SBT) POLY-APTITUDES DANS DIVERSES CONDITIONS DE CULTURE, PLUVIALES ET IRRIGUÉES

El Aceituno - Ibagué - Colombie/2005



1 - Localités de Ibagué (El Aceituno) et Juncal

SOURCE: Equipe Technique El Aceituno - Partenariat El Aceituno/CIRAD-UR1-UR6 - Ibagué - Colombie/2005

FIG. 90

PRODUCTIVITÉ (en kg/ha) DE VARIÉTÉS DE RIZ POLY-APTITUDES DANS DIVERSES CONDITIONS¹ DE CULTURE IRRIGUÉES ET PLUVIALES
El Aceituno - Ibagué - Colombie/2005

VARIÉTÉS ^(*)	Conditions Irriguées (IR)			Conditions Pluviales (PL)			Moyenne Générale Irrigué + Pluvial	Prod. Relative (%)
	El Aceituno	Juncal	Moyenne Irrigué	El Aceituno	Juncal	Moyenne Pluvial		
Sebota 42	8091 (a)	6138 (bcd)	7114	6356 (ab)	6601 (ab)	6478	6796	(103)
Sebota 49	7840 (abc)	7179 (ab)	7510	6817 (ab)	7179 (a)	6998	7254	(110)
Sebota 66	6399 (abc)	5973 (cd)	6186	5270 (b)	4479 (ab)	4875	5530	(84)
Sebota 71	7330 (abcd)	-	-	6114 (ab)	-	-	-	-
Sebota 118	6308 (cd)	5288 9d)	5798	6566 (ab)	4282 (ab)	5574	5686	(86)
Sebota 168	6453 (bcd)	7741 (a)	7097	6080 (ab)	5889 (ab)	5984	6540	(99)
Sebota 214	6507 (bcd)	6122 (bcd)	6314	6277 (ab)	4897 (ab)	5587	5951	(90)
Coprosem 1	6223 (d)	6661 bc)	6442	6094 (ab)	5241 (ab)	5667	6055	(92)
Fedearroz (T)	7624 (abcd)	5956 (cd)	6790	7577 (ab)	5229 (ab)	6403	6596	100
Caribe 8	7894 (ab)	7254 (ab)	7574	8700 (a)	6348 (ab)	7524	7549	(114)
Moyenne/Essai	7067	6479	6773	6585	5605	6095		
Productivité Relative	IR %	PL	(100)	(100)	(100)	(93)	(87)	(90)

(*) Essais en blocs à 4 répétitions - Classification par test de Tukey (P<0,05)

1 - Localités de Ibagué (El Aceituno) et Juncal

SOURCE: Équipe Technique El Aceituno - Partenariat El Aceituno/CIRAD-UR1-UR6 - Ibagué - Colombie/2005

+ **la poly-aptitude des variétés SBT** testées est bien mise en évidence car les rendements moyens obtenus dans 2 localités, en conditions pluviales et irriguées, sont très proches les uns des autres : 6.773 kg/ha en irrigué contre 6.095 kg/ha en pluvial, soit seulement 10% de plus en conditions irriguées ;

+ **les variétés SEBOTA les plus productives** de ce premier lot variétal testé, dans les 2 conditions de culture sont **SBT 42 et SBT 49**, qui obtiennent entre **6.100 et 8.100 kg/ha en irrigué**, contre **6.300 à 7.200 kg/ha en pluvial** ; ce matériel est à cycle plus court que le témoin de référence Fedearroz 50, et plus productif dans les 2 conditions de culture ; le cultivar SBT 42 présente en outre des caractéristiques de grains supérieures à celles du témoin : format de grain plus long , rendement de grains entiers à l'usage en moyenne supérieur (Fig. 91 à 93).

FIG. 91

LONGUEUR DE GRAIN (en mm) DE RIZ SEBOTAS POLY-APTITUDES DANS DIVERSES CONDITIONS¹ DE CULTURE, IRRIGUÉES ET PLUVIALES

EI Aceituno - Ibagué - Colombie/2005

CULTIVAR ^(*)	Conditions Irriguées (IRR)			Conditions Pluviales (PL)			Moyenne Générale
	EI Aceituno	Juncal	\bar{X} IRR	EI Aceituno	Juncal	\bar{X} PL	
SEBOTA 42	10,28 (a)	10,5 (a)	10,39	10,41 (b)	10,41(a)	10,41	10,40
SEBOTA 49	10,31 (b)	10,2 (a)	10,25	10,11 (bc)	9,6 (a)	9,85	10,05
SEBOTA 66	9,56 (c)	9,80 (ab)	9,68	9,37 (c)	9,26 (a)	9,31	9,49
SEBOTA 71	10,36 (b)	--	10,36	10,13 (bc)	10,6 (a)	10,36	10,36
SEBOTA 118	11,87 (a)	11,26 (a)	11,56	11,95 (a)	12,15 (a)	12,05	11,80
SEBOTA 168	10,66 (b)	10,45 (a)	10,55	10,28 (b)	10,35 (a)	10,31	10,43
SEBOTA 214	9,37 (c)	9,71 (ab)	9,54	9,98 (bc)	9,46 (a)	9,72	9,63
Coprosem 1	9,35 (c)	9,53 (ab)	9,44	9,27 (c)	9,47 (a)	9,37	9,40
Fedearroz 50	9,60 (c)	9,68 (ab)	9,64	9,70 (bc)	9,55 (a)	9,66	9,65
O. Caribe 8	9,70 (c)	9,96 (ab)	9,83	9,71 (bc)	9,86 (a)	9,78	9,80

(*) - Classification par test de Tukey

1 - Localités de Ibagué (EI Aceituno) et Juncal

SOURCE: Équipe Technique EI Aceituno - Partenariat EI Aceituno/CIRAD-UR1-UR6 - Ibagué - Colombie/2005

FIG. 92

RENDEMENT EN GRAINS ENTIERS (en %) DE RIZ SEBOTAS POLY-APTITUDES DANS DIVERSES CONDITIONS¹ DE CULTURE, IRRIGUÉES ET PLUVIALES

EI Aceituno - Ibagué - Colombie/2005

CULTIVAR ^(*)	Conditions Irriguées (IRR)			Conditions Pluviales (PL)			Moyenne Générale
	EI Aceituno ²	Juncal	\bar{X} IRR	EI Aceituno ²	Juncal	\bar{X} PL	
SEBOTA 42	45,7 (ab)	56,1 (ab)	50,9	45,6	57,0 (a)	51,3	51,1
SEBOTA 49	34,5 (b)	50,8 (bc)	42,6	41,0	51,0 (a)	46,0	44,3
SEBOTA 66	48,1 (ab)	60,7 (a)	54,4	49,1	45,6 (ab)	47,3	50,8
SEBOTA 71	39,6 (ab)	--	--	39,1	--	--	--
SEBOTA 118	38,2 (ab)	43,3 (c)	40,7	33,6	51,8 (a)	42,7	46,2
SEBOTA 168	41,4 (ab)	54,8 (ab)	48,1	33,7	60,3 (a)	47,0	47,50
SEBOTA 214	50,4 (ab)	62,6 (a)	56,5	47,6	63,3 (a)	55,4	56,0
Coprosem 1	53,7 (a)	60,7 (a)	57,2	45,7	61,0 (a)	53,3	55,2
Fedearroz 50	54,4 (a)	52,7 (abc)	53,5	45,5	51,2 (a)	48,3	50,9
O. Caribe 8	46,0 (ab)	58,3 (ab)	52,1	52,7	60,1 (a)	56,4	54,2
Moyenne/Essai	45,1	55,5		43,4	55,7		

(*) - Classification par test de Tukey

1 - Localités de Ibagué (EI Aceituno) et Juncal

2 - Récolte trop tardive par rapport à la maturation physiologique

SOURCE: Équipe Technique EI Aceituno - Partenariat EI Aceituno/CIRAD-UR1-UR6 - Ibagué - Colombie/2005

FIG. 93

QUALITÉ DE GRAIN (ventre blanc)¹ DES RIZ SEBOTAS POLY-APTITUDES DANS DIVERSES CONDITIONS² DE CULTURE, IRRIGUÉES ET PLUVIALES

El Aceituno - Ibagué - Colombie/2005

CULTIVAR ^(*)	Conditions Irriguées (IRR)			Conditions Pluviales (PL)			Moyenne Générale
	El Aceituno	Juncal	\bar{X} IRR	El Aceituno	Juncal	\bar{X} PL	
SEBOTA 42	0,95 (c)	1,10 (bc)	1,02	1,80 (bcd)	1,40 (abc)	1,60	1,31
SEBOTA 49	0,75 (c)	0,90 (bc)	0,82	0,70 (d)	0,80 (bc)	0,75	0,78
SEBOTA 66	0,90 (c)	1,00 (bc)	0,95	0,80 (d)	0,75 (bc)	0,77	0,86
SEBOTA 71	0,80 (c)	--	--	0,80 (d)	--	--	--
SEBOTA 118	3,45 (a)	3,80 (ab)	3,62	3,20 (ab)	3,70 (ab)	3,45	3,53
SEBOTA 168	3,55 (a)	4,10 (a)	3,82	3,55 (a)	4,80 (a)	4,17	4,00
SEBOTA 214	2,65 (ab)	2,05 (ab)	2,35	2,65 (abc)	2,70 (ab)	2,67	2,51
Coprosem 1	0,75 (c)	0,85 (bc)	0,80	0,85 (d)	0,95 (bc)	0,90	0,85
Fedearroz 50	0,70 (c)	0,85 (bc)	0,77	0,65 (dc)	1,15 (abc)	0,90	0,83
O. Caribe 8	1,77 (bc)	0,70 (c)	1,23	1,30 (cd)	0,60 (bc)	0,95	1,09

(*) - Classification par test de Tukey

1 - Echelle CIAT de 1 à 5

2 - Localités de Ibagué (El Aceituno) et Juncal

SOURCE: Equipe Technique El Aceituno - Partenariat El Aceituno/CIRAD-UR1-UR6 - Ibagué - Colombie/2005

- Sur sols ferrallitiques acides des llaños colombiens (ZTH, écologie très voisine des Cerrados humides du Mato Grosso au Brésil), en conditions pluviales très humides, à ensoleillement souvent réduit, le cultivar SBT 42 montre une moindre sensibilité que les autres variétés à la pyriculariose foliaire et du cou (Fig. 94), qui constitue la maladie fongique principale dans les écologies de la ZTH, avec le complexe fongique des tâches de grains.

FIG. 94

COMPORTEMENT¹ DE RIZ POLY-APTITUDES SEBOTAS VIS À VIS DE LA PYRICULARIOSE (foliaire et du cou), ET DU COMPLEXE FONGIQUE DES TÂCHES DE GRAINS, DANS DIVERSES CONDITIONS² CONTRASTÉES DE CULTURE

El Aceituno - Ibagué - Colombie/2005

I - PYRICULARIOSE		SBT 42	SBT 49	SBT 66	SBT 71	SBT 118	SBT 118	SBT 214	Fedearroz 50	Coprosem 1	O. Caribe 8
Santa Rosa (CIAT)/Llaños	1 ^{ère}	2,3	6,3	4,8	4,0	3,7	6,0	4,0	3,7	4,7	5,7
Pyriculariose foliaire	2 ^{ème}	2,0	5,3	4,7	3,0	3,3	6,3	4,1	4,3	6,0	6,0
- Moyenne de 3 mesures échelonnées	\bar{X}	2,0	5,0	4,0	3,0	2,0	5,0	4,0	3,0	4,0	5,0
	\bar{X}	2,1	5,5	4,3	3,3	3,0	5,8	4,1	3,7	4,9	5,6
Santa Rosa (CIAT)/Llaños	1 ^{ère}	3,0	6,0	5,0	7,0	7,0	5,0	7,0	6,0	6,0	6,0
Pyriculariose du cou	2 ^{ème}	2,0	6,0	2,0	4,0	6,0	4,0	7,0	3,0	6,0	6,0
- Moyenne de 3 mesures échelonnées	\bar{X}	3,0	5,0	5,0	2,0	6,0	5,0	6,0	3,0	5,0	6,0
	\bar{X}	2,7	5,7	4,0	4,3	6,3	4,7	6,7	4,0	5,7	6,0
El Aceituno	Pluvial	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pyriculariose du cou	Irrigué	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0
II - TÂCHE DU GRAIN											
Santa Rosa (CIAT)/Llaños	1 ^{ère}	3	3	3	3	3	3	3	1	3	5
	2 ^{ème}	5	1	1	3	3	3	1	1	3	3
	3 ^{ème}	1	3	1	1	1	1	3	3	1	1
	\bar{X}	3	2,3	1,7	2,3	2,3	2,3	2,3	1,7	2,3	3,0
À El Aceituno	Pluvial	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,7	1,0	2,5	1,0	2,5
	Irrigué	0,5	1,0	0,2	1,0	1,0	1,0	1,5	0,7	1,0	0,5

1 - Toutes les notations sans fautes sur la même échelle de 0 à 9

0 = Aucune attaque de maladie, 9 = Mort de la plante, destruction totale

2 - Localités: Santa Rosa: En pluvial, sur sols ferrallitiques des Llaños Colombiens

El Aceituno: En pluvial et irrigué, sur sols alluviaux

SOURCE: Equipe Technique El Aceituno - Partenariat El Aceituno/CIRAD-UR1-UR6 - Ibagué - Colombie/2005

⇒ **PERFORMANCES ECONOMIQUES DES SCV, EN CONDITIONS IRRIGUEES**

• **Trois systèmes de culture de riz irrigué sont évalués en grande culture mécanisée à El Aceituno:** le système conventionnel Riz sur Riz avec travail du sol, le système zéro labour x Riz sur Riz, et le système Semis Direct Riz sur Couverture Végétale (SCV), qui incorpore Rotations + Elevage (*pâturage des parcelles de biomasse*). La figure 95, qui rapporte le détail des coûts de production comparés de ces 3 systèmes, met en évidence:

FIG. 95
**COÛTS¹ DE PRODUCTION DE LA CULTURE DE RIZ IRRIGUÉ À EL ACEITUNO²
EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE**
El Aceituno - Ibagué - Colombie/2005

OPÉRATIONS	Système conventionnel avec travail du sol (Témoin référence)		Zéro Labour RIZ/RIZ		Semis direct sur couverture végétale (SCV) Riz en rotation - Élevage	
	RIZ/RIZ	Coûts Relatifs (%)	US\$/ha	Coûts Relatifs (%)	US\$/ha	Coûts Relatifs (%)
	US\$/ha					
Opérations avant semis	97,88	(100)	19,09	(19)	19,09	(19)
Semis	192,29	(100)	162,12	(84)	163,82	(85)
Irrigation	69,09	(100)	34,55	(50)	30,45	(44)
Engrais	355,52	(100)	349,57	(98)	314,14	(88)
Contrôle Adventices	189,81	(100)	280,06	(148)	218,73	(115)
Contrôle ravageurs et maladies	221,39	(100)	212,81	(96)	200,04	(90)
Opérations de récolte ³	98,63	(100)	98,63	(100)	98,63	(100)
Assistance technique	13,64	(100)	13,64	(100)	13,64	(100)
Total	1238,26	(100)	1170,47	(94)	1058,54	(85)

1 - Coûts établis par l'équipe de El Aceituno

- Moyennes des parcelles 33A, 33B et 43 pour le système conventionnel, des parcelles 42, 29 et 11ABC pour le système "Zéro travail" et des parcelles 22B, 24, 57 pour le semis direct sur couverture végétale (Sorgho, Crotalaria, Haricot, Maïs, Phaseolus mungo).

2 - El Aceituno: - Projet privé Colombien, à la pointe de la technologie - Ibagué/Colombie; Partenaire privilégié du CIRAD pour l'amélioration variétale Riz dans les systèmes de rizicultures alternatives en semis direct sur couverture végétale (SCV)

3 - Récolte, transport, nettoyage, séchage

SOURCE: Équipe Technique de El Aceituno: César Botero, Joana Dossman, Hevel Rugelies
Équipe CIRAD-CA/UR1: J. Taillebois, M. Valés, S. Bouzinaç, L. Séguy - Ibagué/Colombie/2005

- **Pour des productivités en riz équivalentes, des coûts totaux de 1.238,26 US\$/ha pour le système conventionnel, 1.058,54 US\$/ha pour le Semis Direct sur couverture SCV en rotation** ; bien qu'à son tout début d'implantation, soit avec un impact encore modeste sur l'amélioration de la fertilité du sol, le système SCV permet déjà d'économiser 15% des coûts totaux par rapport au conventionnel, soit près de 200,00 US\$/ha ;
- **Diverses opérations du calendrier cultural en SCV, permettent des réductions de coûts très significatives** ; ce sont par ordre décroissant d'importance :
 - Les opérations qui précèdent le semis, avec 81% de réduction,
 - L'irrigation avec 56%,
 - Le semis avec 15%,
 - Les engrais avec 12%,
 - Le contrôle des maladies et ravageurs avec 10%

(*) *On note toutefois un surcoût sur SCV pour le contrôle des adventices de + 15%, parfaitement normal à l'implantation du système SCV (pour réduire le très fort potentiel d'adventices laissé par le travail du sol).*

⇒ **AVANTAGES MULTIPLES DES SCV PAR RAPPORT AU ZERO TRAVAIL ET SYSTEME CONVENTIONNEL TRAVAILLE**, cités par l'équipe technique de El Aceituno (*in extenso*):

- « - **diminution du problème d'infestation par les algues,**
- **augmentation de la microfaune du sol,**
- **diminution du temps d'irrigation** par amélioration de la perméabilité du sol, diminution concomitante de la main d'œuvre pour conduire l'irrigation dans les parcelles,
- diminution de l'usure du parc des machines,
- **gain de temps à la récolte** (*sol plus portant*) de 40%,
- **diminution du potentiel semencier d'adventices,**
- **diminution de la pression de la pyriculariose** (*notamment sur la variété Oryzica 3, la plus plantée sur le projet qui est sensible à la pyriculariose et qui est en voie de disparition du marché à cause de sa forte susceptibilité croissante*); le nombre de traitement fongicide est passé de 2 à 1 sur SCV et seulement comme mesure préventive ;
- Maintien des niveaux de productivité, avec réduction significative des coûts de production
- **Augmentation du nombre de tête de bétail de 15 à 20%**, de même que **du temps de pâturage** grâce à une production accrue de biomasse fourragère et une meilleure protection du sol. »

• **L'incorporation des SCV est RAPIDE sur le projet :**

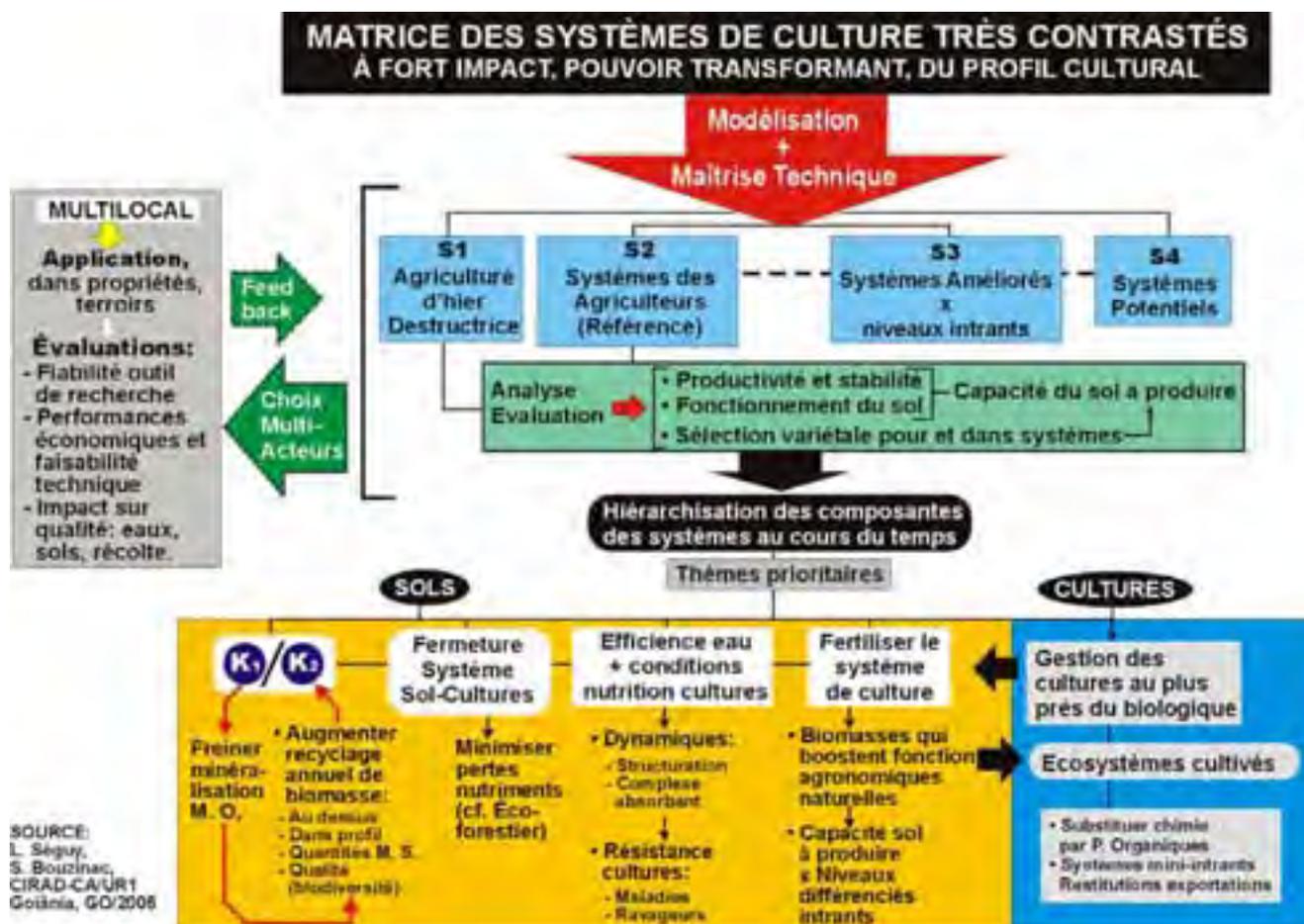
SYSTEME	2003	2005
SCV	0	142
CONVENTIONNEL	560	420
ZERO TRAVAIL	148	140

3) CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

(*) *Elles sont présentées dans la séquence projetable à suivre, qui indique les grandes voies de Recherche-Action qui méritent d'être suivies dans les années à venir pour prolonger de manière cohérente et logique l'œuvre des SCV.*

PERSPECTIVES

UN OUTIL MÉTHODOLOGIE AU SERVICE DE LA CRÉATION-DIFFUSION DE L'INNOVATION ET DE L'ANALYSE AGRONOMIQUE



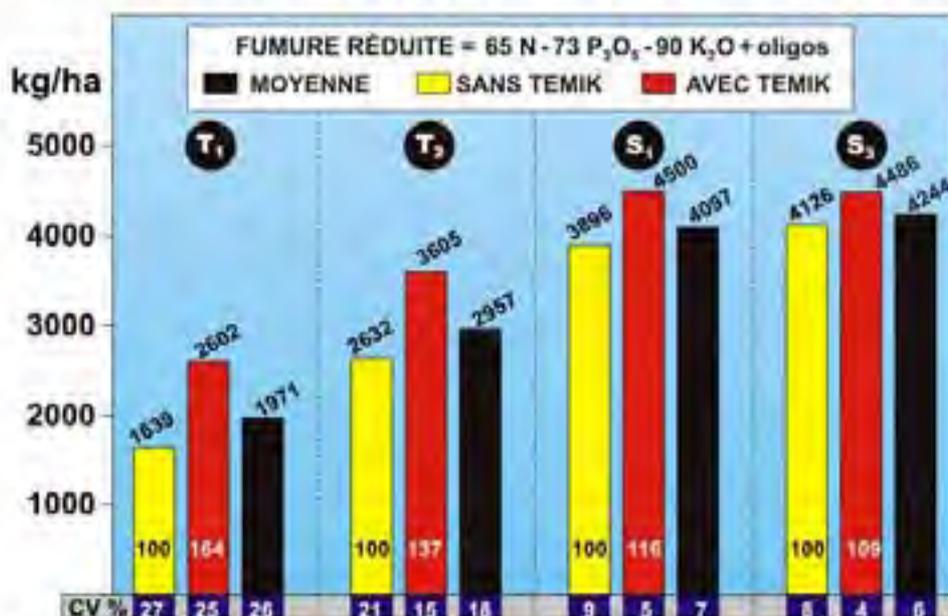
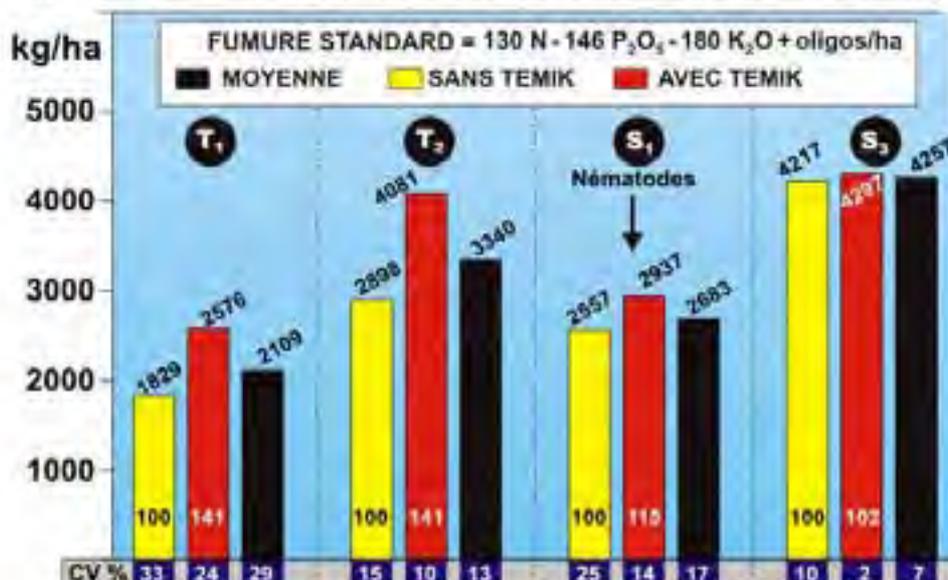
SOURCE:
L. Séguin,
S. Bouzinac,
CIRAD-CA/UR1
Goiania, GO/2006

Optimisation des Relations Géotypes x modes de gestion des sols

PRODUCTIVITÉS MOYENNE (en kg/ha) ET RELATIVE DE COTON GRAIN EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE, AVEC ET SANS TEMIK (Aldicarb), 4 VARIÉTÉS CONFONDUES PAR SYSTÈME

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005

T₁ - Monoculture **Coton** x Travail du sol
 T₂ - Discage léger avant Mil - SD **Coton** sur Mil / tous les ans
 S₁ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + Éleusine
 S₂ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + (Sorgho + *Brachiaria Ruziziensis*)



1 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 témoins répétés à chaque extrémité et intercalés au milieu (T₁ et T₂) - Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées. Moyenne de 4 variétés: CD 409; CD 2239; CD 406; CD 407

2 - Sol de texture sablo-argileuse (20-27% d'argile; 70-75% de sables)

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO

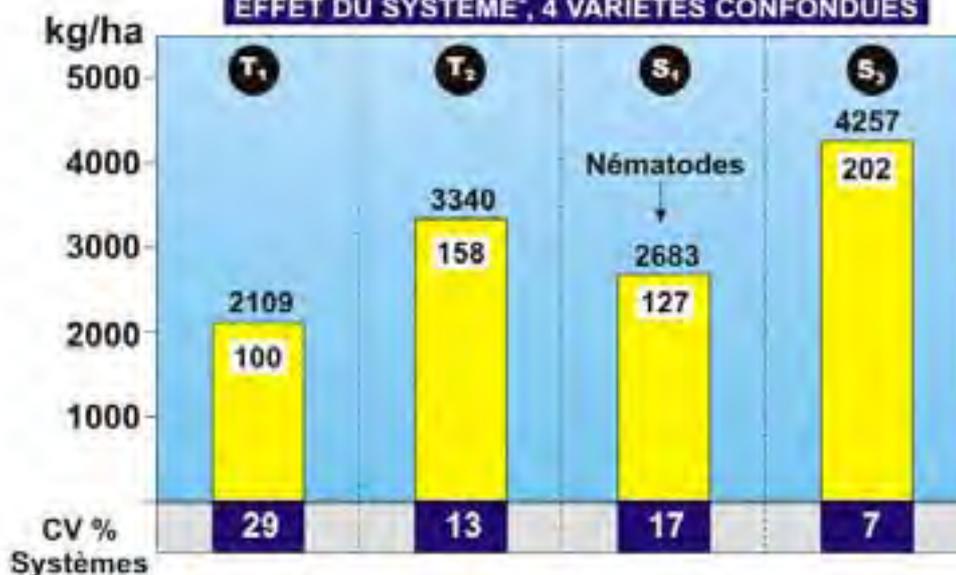
Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinao - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

PRODUCTIVITÉS MOYENNE ET RELATIVE COMPARÉES DES SYSTÈMES DE CULTURE - Fazenda Mourão - Campo Verde, MT - 2004/2005

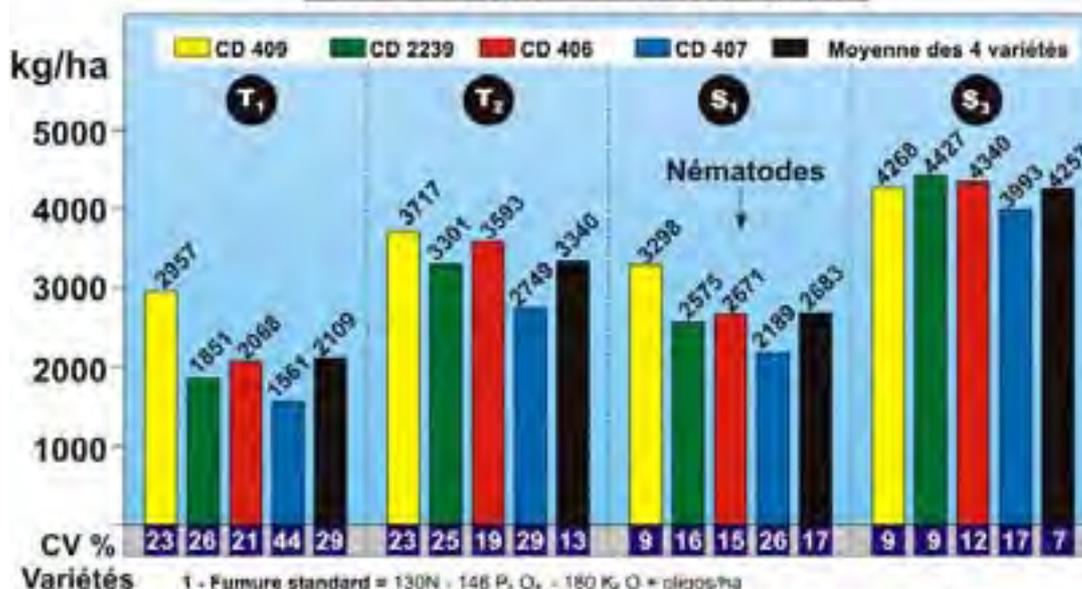
I FUMURE STANDARD¹ DE LA FAZENDA

- T₁ - Monoculture **Coton** x Travail du sol
- T₂ - Discage léger avant Mil - SD **Coton** sur Mil / tous les ans
- S₁ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + *Éleusine*
- S₂ - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + (Sorgho + *Brachiaria Ruziziensis*)
- Productivité relative

EFFET DU SYSTÈME², 4 VARIÉTÉS CONFONDUES



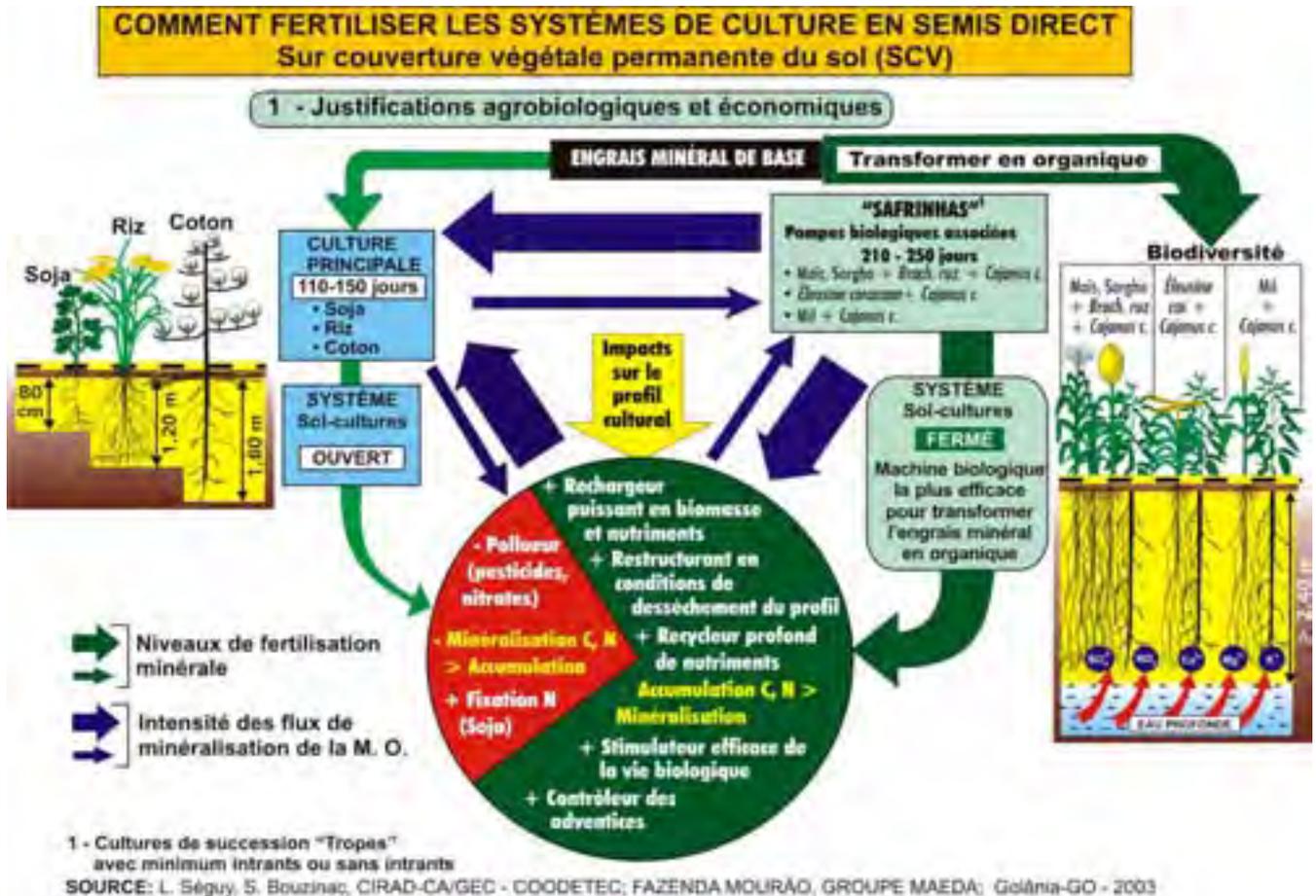
EFFET DES VARIÉTÉS³ PAR SYSTÈME



- 1 - Fumure standard = 130N - 148 P₂ O₅ - 180 K₂ O = oligos/ha
 - 2 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 semis répétés à chaque extrémité et, intercalés au milieu (T₁ et T₂)
- Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées.
- Effet du système: Moyenne de 4 variétés, sans Temik.
 - 3 - Variétés testées = CD 409; CD 2239; CD 406; CD 407
- SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Bélot, J. Martin, L. Séguy, S. Bouzillac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

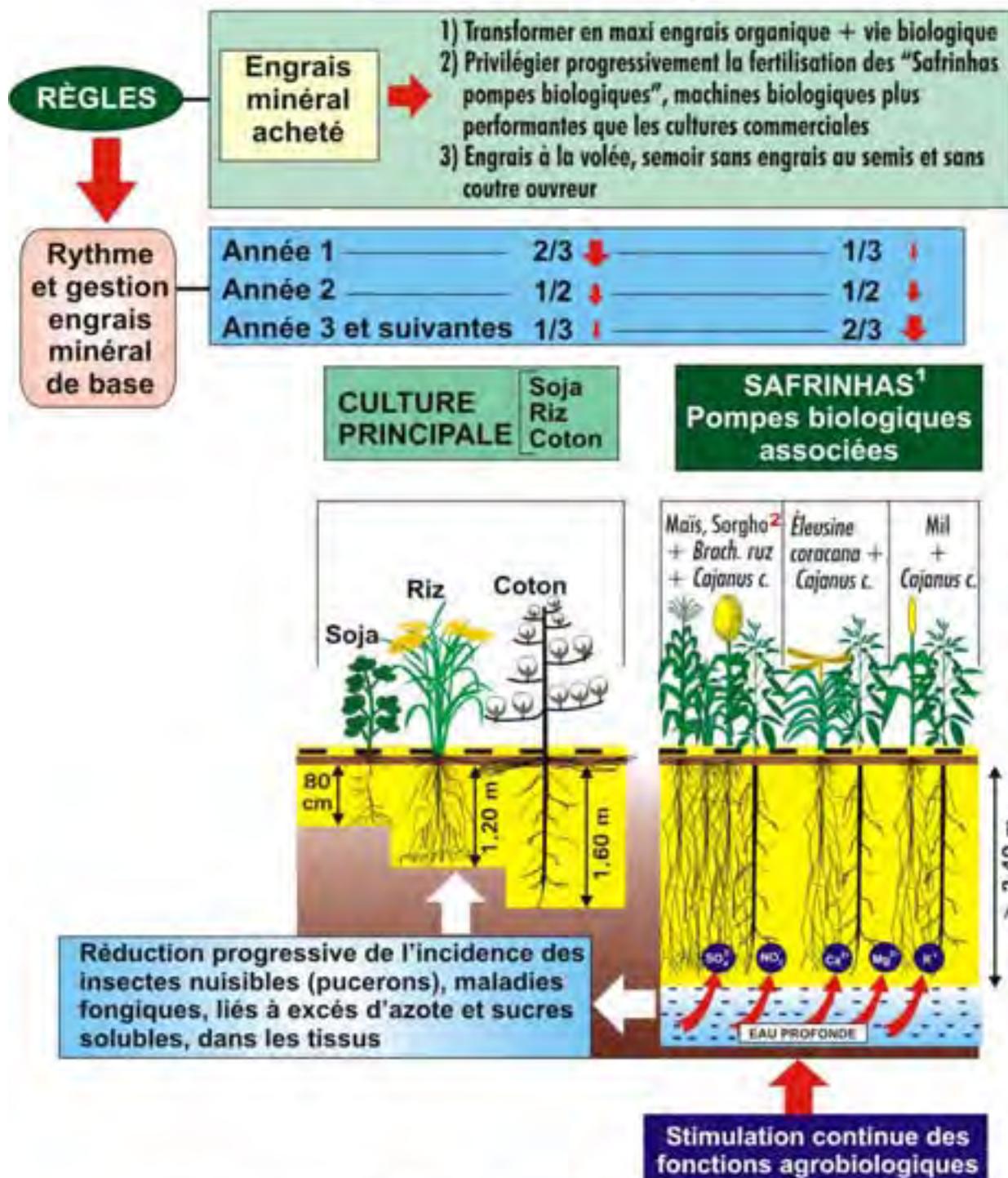


Fertiliser le système de culture plutôt que les cultures individuellement



COMMENT FERTILISER LES SYSTÈMES DE CULTURE EN SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE VÉGÉTALE PERMANENTE DU SOL (SCV)

2- Modes de gestion



1 - Safrinhas = Cultures de succession

2 - Sorgho blanc, sans tanins à haute teneur en protéines (12-15%)

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC; GRUPO MAEDA; FAZENDA MOURÃO; COODETEC - Goiânia-GO, 2003.

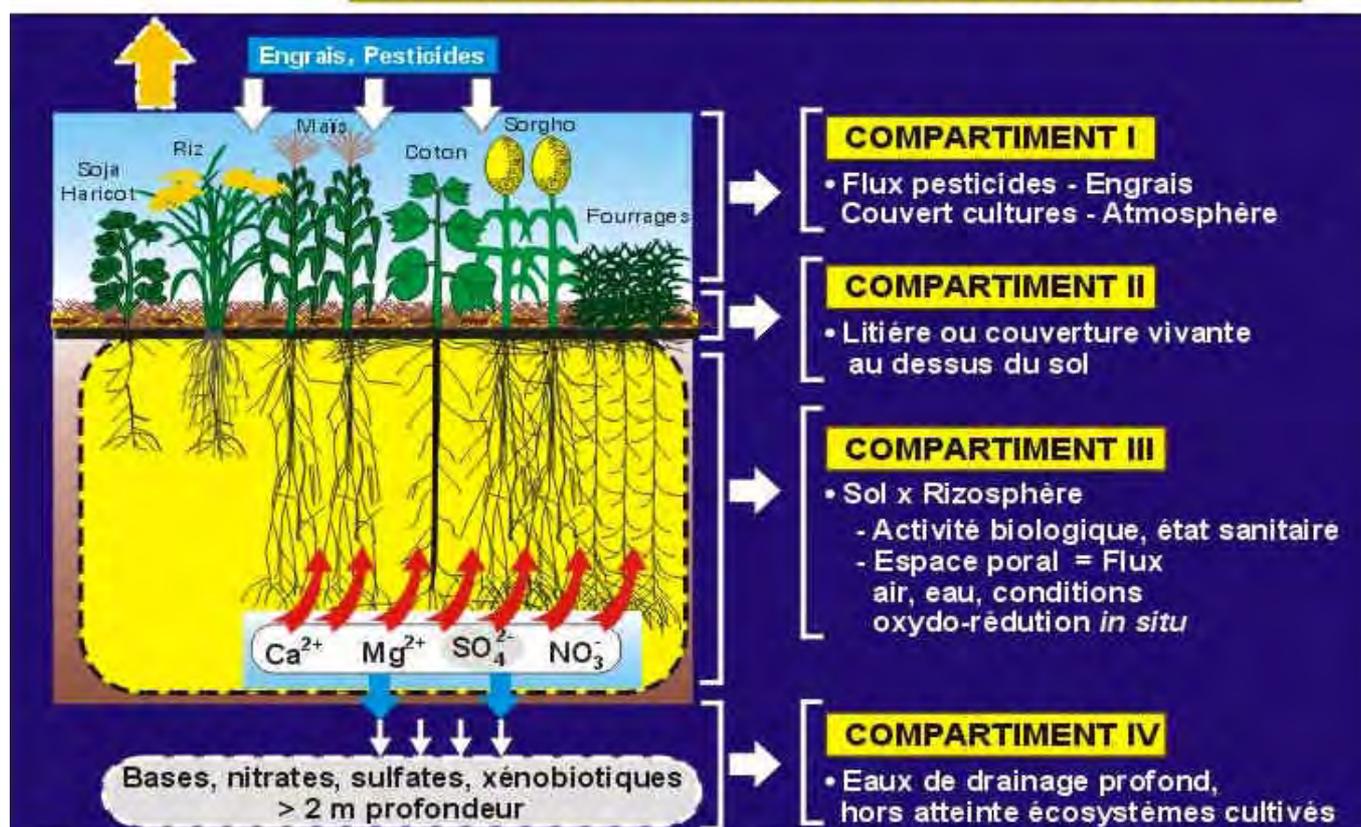
Après la maîtrise de la gestion organo-biologique des sols (*Scénarios diversifiés*), celle des cultures :

- Production biologique dans un environnement protégé
- Produire des aliments exempts de tout résidu agrotoxique dans des sols biologiquement sains ,
- Eaux de percolation des sols exemptes de nitrates et de xénobiotiques

QUALITÉ BIOLOGIQUE DU SOL, DES ALIMENTS, DES EAUX SOUS SCV

• Modèle Scientifique Conceptuel

UN MODÈLE DE FONCTIONNEMENT AUTO-ÉPURATEUR?



SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac et al., UPR1, Gestion écosystèmes cultivés

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La gestion du patrimoine sol en SCV peut être qualifiée de véritablement écologique.

Au niveau de la DURABILITE, diverses démonstrations convaincantes, reproductibles ont été obtenues:

- ✓ Les SCV fonctionnent comme l'écosystème forestier, duquel ils se sont inspirés : productivités stables élevées, reproduites au moindre coût, efficience de l'eau, regain de biodiversité,

résilience, séquestration forte du carbone, qualité biologique des sols, constituent les mots-clés du fonctionnement agronomique des SCV ;

- ✓ Comme la forêt, les SCV s'alimentent dans la réserve d'eau plus profonde des sols des ZTH ; bâtis pour cet objectif, cette fonction leur permet de produire beaucoup plus de biomasse et en particulier, en saison sèche, plus fraîche, à un moment où la minéralisation de la M.O. du sol est arrêtée: c'est là que réside l'efficacité du processus de séquestration du carbone des écosystèmes cultivés SCV (*puits de C*), dont une part importante, représentée par les racines profondes, est protégée des actions anthropiques ;
- ✓ La preuve est faite que, par rapport à tous les modes de gestion du sol agricole découverts jusqu'à ce jour, les SCV confèrent au sol une forte capacité de production, même en présence de niveaux de fumure minérale très bas sur sols très pauvres, dérisoires au vu des rendements obtenus : la majeure partie des nutriments est concentrée dans la phytomasse comme dans l'écosystème forestier et retourne aux cultures via la minéralisation ; les SCV permettent ainsi de se libérer rapidement de l'état initial de fertilité des sols et de produire tout en restaurant la fertilité des sols (*résilience*) ;
- ✓ Les SCV les plus performants sur l'ensemble des fonctions agronomiques favorables à la production et à la protection de l'environnement, constituent des alternatives bien plus puissantes, polyvalentes, bénéfiques et écologiques pour le milieu que les OGM spécialisés.
- ✓ Après avoir beaucoup travaillé sur la création de scénarios de développement restaurateurs et préservateurs de la ressource sol, les efforts de la recherche sont maintenant orientés vers :
 - Une gestion au plus près du biologique des cultures en rotation, en substituant progressivement les molécules chimiques par des molécules organiques (*qualité biologique des sols, des produits et des eaux*) ;
 - La priorité à la Diffusion-adaptation des SCV qui intègrent agriculture - élevage et regain de biodiversité aussi bien dans les agricultures du Nord (*s'adapter rapidement à la suppression des subsides*) que dans les agricultures familiales défavorisées au sud pour s'engager réellement et durablement dans la lutte contre la pauvreté ,
- ✓ En particulier, **la recherche SCV** doit, à partir de ses acquis, servir de courroie d'entraînement à la **résolution** et à **grande échelle** des **grandes problématiques** des agriculteurs du sud.
 - **Restauration des sols tropicaux au moindre coût** compatible avec l'exercice d'une agriculture durable, lucrative et de qualité, grâce aux SCV qui intègrent cultures, élevage et l'arbre (prioritaire),
 - Plutôt que le productivisme du nord inaccessible au sud, **développer des filières de qualité-traçabilité**- Produire des aliments de qualité à haute valeur ajoutée dans un environnement protégé (*qualité biologique des sols, des eaux et des récoltes dans une reconquête de la biodiversité*),
 - **Transférer-adapter en Afrique, les bases de la production du Coton de haute technologie** et de qualité à partir de l'expérience Brésil (SCV x Géotypes x Modes de gestion organique dominant)
 - **Elargir l'aire géographique des cultures, incorporer de nouvelles cultures** dans les grandes régions écologiques grâce à l'amélioration de l'efficacité de l'eau sous SCV,
 - **Adapter-diffuser les alternatives rizicoles en SCV aux aménagements hydro-agricoles** et réhabilitations à répétition trop coûteux (riz Poly-aptitudes x SCV diversifiés).

Ce sera dans cet exercice de transfert-adaptation dans la grande variabilité physique et socio-économique des écosystèmes et agrosystèmes de la planète que surgiront les chemins de recherche

**RIZ SEBOTAS POLY-APTITUDES EN TERRE NEUVE
SUR DÉFRICHE DE FORÊT – Sinop/MT – 2004/2005**



Image de l'amélioration variétale



Variabilité phénotypique Sebotas



Variabilité phénotypique Sebotas



Tapajós (SBT 69) Cycle court > 7,5 t/ha



Tapajós (SBT 69) Cycle court > 7,5 t/ha



SBT 68 Cycle court > 8 t/ha



Tapajós (SBT 69) Cycle court > 7,5 t/ha



Mutant CIRAD 141 - Beleza (SBT 89) - > 6t/ha



Mutant CIRAD 141 - Beleza (SBT 89) - > 6t/ha



Riz de niche économique



SBT 265 Aromatique > 8t/ha



Sebotas cycle moyen > 8t/ha



Sebotas cycle moyen > 8t/ha

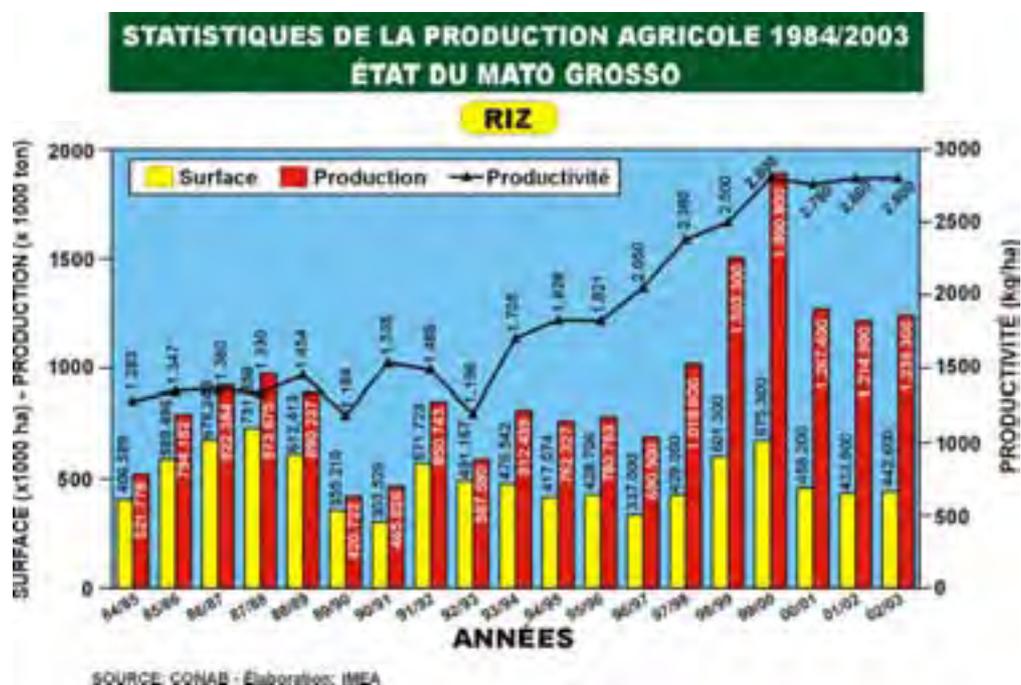


Sebotas cycle moyen > 8t/há



Laboratoire de pointe de l'agronome

RIZ SEBOTAS POLY-APTITUDES EN TERRE DE VIEILLE CULTURE DANS LES SYSTÈMES EN SEMIS DIRECT (SCV) Fazenda Mourão – Campo Verde – MT – 2004/2005



Amélioration Variétale x SCV



Sebotas Índicas (> 7 t/ha)



Sebotas Índicas (> 7 t/ha)



Sebotas Aromatiques (> 9 t/ha)



Sebotas Aromatiques (> 9 t/ha)



Sebotas type “Surinam” (> 9t/ha)



Sebotas type “Surinam” (> 9t/ha)



Sebotas Japônicas (> 7 t/ha)



Sebotas Japônicas (> 7 t/ha)



Sebotas Índicas



Sebotas aromáticas en grande culture (SCV) - > 9 t/ha



Sebotas aromatiques en grande culture (SCV) - > 9 t/ha



Sebotas aromatiques en grande culture (SCV) - > 9 t/ha

**RIZ SEBOTAS POLY-APTITUDES EN RIZIÈRES À
MAUVAISE MAÎTRISE DE L'EAU
Lac Alaotra – Madagascar - 2005**













RIZ IRRIGUÉ EN SEMIS DIRECT À EL ACEITUNO
Ibagué - Colombie



Riz irrigué en semis direct



Riz irrigué en semis direct



Riz irrigué en semis direct



Variétés issues de la sélection récurrente (M. Vales - CIRAD)



Variétés issues de la sélection récurrente (M. Vales - CIRAD)



Variétés issues de la sélection récurrente (M. Vales - CIRAD)

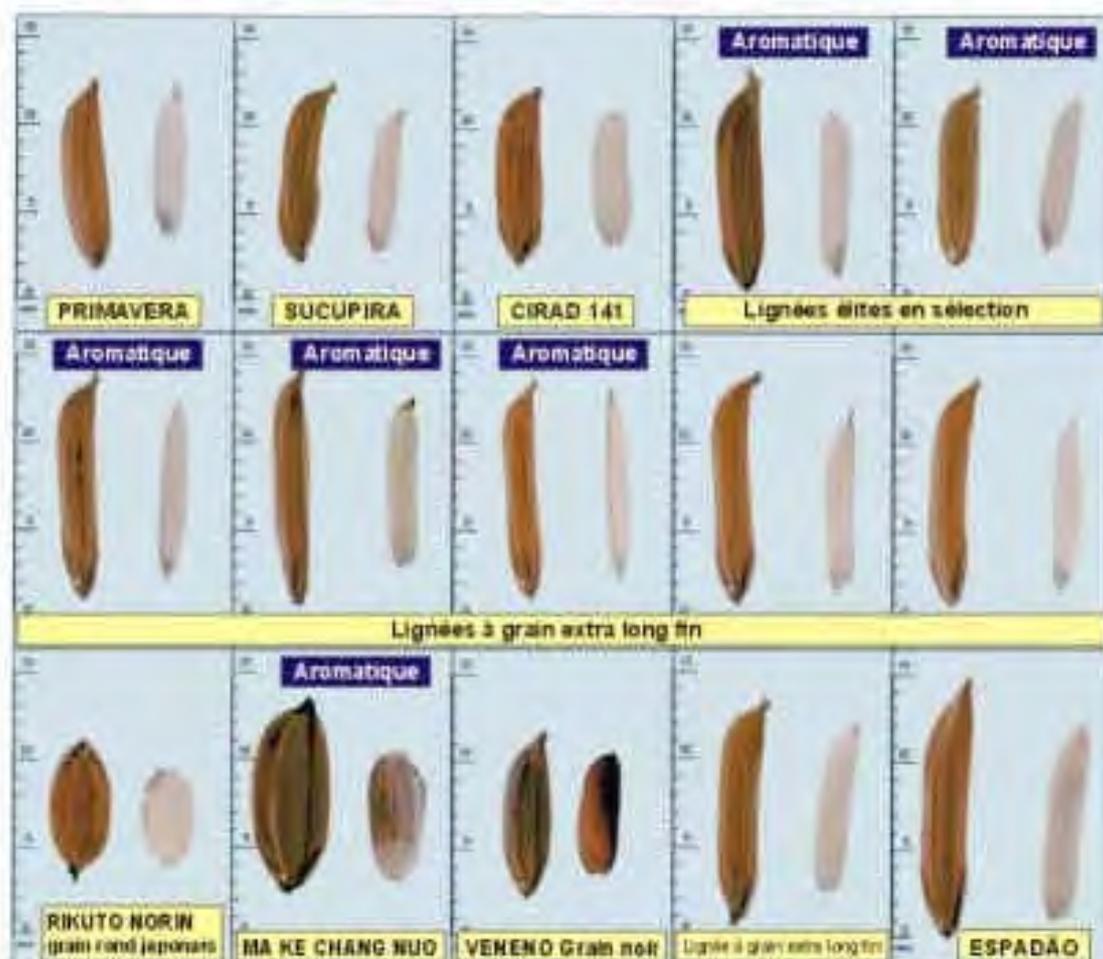


Variétés issues de la sélection récurrente (M. Vales - CIRAD)



Variétés issues de la sélection récurrente (M. Vales - CIRAD)

FORMATS ET QUALITÉS



Formats et qualité riz Sebotas

**LES RIZ SEBOTAS POLY-APTITUDES EN
CASIERS IRRIGUÉS AVEC MAÎTRISE DE L'EAU
Arari-Maranhão-MA/Brésil – 2004/2005**





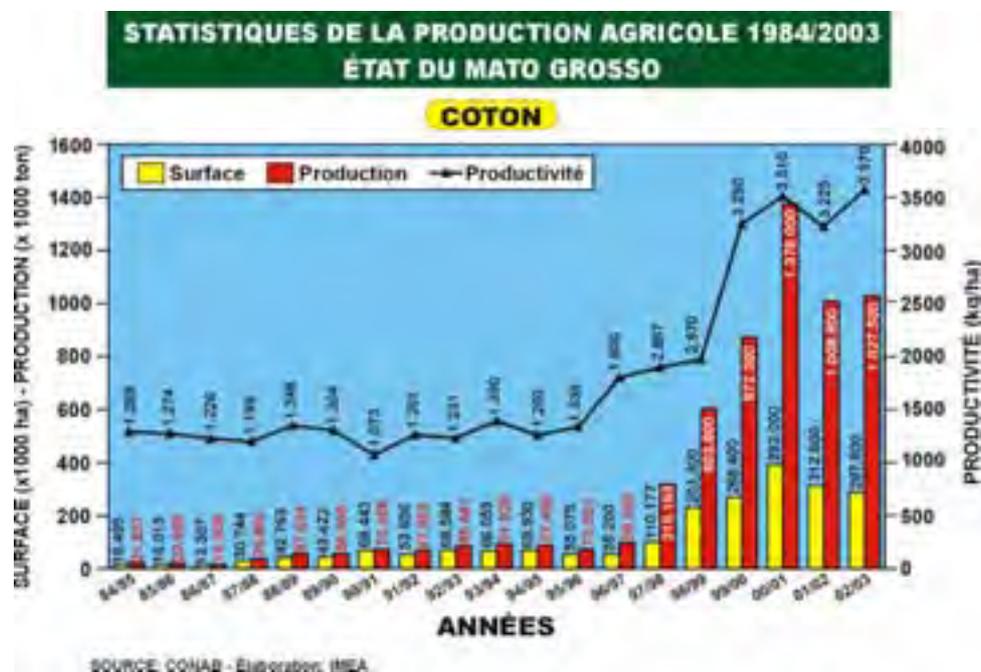








LE COTON DE HAUTE TECHNOLOGIE (> 4 t/ha) DANS LES SYSTÈMES DE CULTURE Fazenda Mourão – Campo Verde, MT-2004/2005



ÉTAT DE SURFACE DU SOL AVANT SEMIS



Sol destructuré sur travail du sol continu T1



Sol destructuré sur travail du sol continu T1



Systeme T2, de Semi-Direct sur Mil



Systeme T2, de Semi-Direct sur Mil



**Système de “demain” SCV S3 sur couverture permanente du sol
(*Biomasse diversifiée = Sorgho + Brachiaria +Cajanus*)**



**Système de “demain” SCV S3 sur couverture permanente du sol
(*Biomasse diversifiée = Sorgho + Brachiaria +Cajanus*)**



Érosion sur système avec travail du sol T1



Érosion sur système avec travail du sol T1



**Coton sur travail du sol T1
80% de resemis (temps sec)**



**Coton sur système Semi-Direct T2 -
30 à 50% de resemis (temps sec)**



**Coton sur système SCV S3
sans resemis (temps sec)**



Variété CD 409 à droite sur Semi-Direct T2



Système SCV S3, nivellement variétés



Système SCV S3, CD 409 à gauche



Système SCV S3, CD 409



Système SCV S3, diverses variétés



Système SCV S1, CD 409 à droite



Coton “Safrinha” sur SCV S4 sans herbicide



Coton “Safrinha” sur SCV S4 sans herbicide



Système SCV S4, CD 409 à droite



CD 409 sur SCV couverture vivante d'*Arachis p.*



CD 409 sur couverture vivante de *Cynodon d.*



CD 409 sur couverture vivante de *Cynodon d.*



CD 409 sur couverture vivante de *Cynodon d.*



CD 409 à gauche sur travail continu du sol - T1



CD 409 à droite sur autre parcelle travail du sol - T1



CD 409 sur système SCV - S3



CD 409 à gauche sur système Semi-Direct - T2

**PRÉPARER LE LIT DU SEMIS DIRECT
DU COTON DE L'ANNÉE SUIVANTE
(*Soja + biomasses en succession*)**



Mais + *Brachiaria* sur système SCV



Mais + *Brachiaria* sur système SCV



**Biomasse à forte biodiversité en succession de soja (SCV)
(Sorgho + *Brachiaria* + *Cajanus*)**



**Biomasse à forte biodiversité en succession de soja (SCV)
(Sorgho + *Brachiaria* + *Cajanus*)**



**Biomasse à forte biodiversité en succession de soja (SCV)
(Sorgho + *Brachiaria* + *Cajanus*)**



Maïs + *Brachiaria* (SCV) en succession de Soja



***Éleusine c.* + *Crotalaria s.* biomasse diversifiée
en succession de Soja (SCV)**



**Profil racinaire sous biomasse
à forte biodiversité (SCV)**

ANNEXE II

- I) ANIMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE,
CONTRIBUTION AU TRANSFERT DES CONNAISSANCES
VERS L'EXTERIEUR**
- II) CONTRIBUTION A LA VALORISATION COMMERCIALE DES
RESULTATS DE RECHERCHE**
- III) PUBLICATIONS**

I) ANIMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, CONTRIBUTION AU TRANSFERT DES CONNAISSANCES VERS L'EXTERIEUR

• Le réseau SCV tropical du CIRAD-CA a été fondé¹⁴ puis développé grâce à la synergie AFD/CIRAD-CA/GEC.

• **Le Brésil est le pays de référence pour le Semis Direct en régions tropicales et subtropicales, la source du transfert Sud-Sud :**

- Le CIRAD-CA¹⁵ est à la base des SCV de la zone tropicale du Brésil ;
- Le Brésil a aujourd'hui plus de 21 millions d'hectares en Semis Direct, conquis en moins de 20 ans ; la dynamique de son agriculture qu'il a hissée avec succès dans la mondialisation sans subventions, sa capacité à incorporer très vite les progrès technologiques en font un pays de référence, un creuset de technologies à transférer-adapter pour les petites agricultures du Sud.

• **L. Séguy est l'animateur scientifique et technique du réseau SCV du CIRAD-CA grâce à l'appui de S. Bouzinac**, qui joue un rôle fondamental pour assurer la conduite du programme SCV au Brésil, libérant ainsi L. Séguy pour assurer l'animation du réseau à l'extérieur ; pour ce faire, ce dernier réalise de nombreuses missions annuelles :

- + Afrique : Cameroun, Angola, Tunisie, Maroc ;
 - + Madagascar ;
 - + Asie : Laos, Cambodge ;
 - + Amérique du Sud : Brésil, Colombie.
- [Cf. *Rapports de mission Lucien Séguy en 2005*]

II) CONTRIBUTION A LA VALORISATION COMMERCIALE DES RESULTATS DE RECHERCHE

• **Cf. Contrats** EL ACEITUNO/CIRAD-CA – UR 1 en Colombie, et ASPAR/CIRAD-CA en Bolivie, concernant la valorisation des variétés SEBOTAS poly-aptitudes dans les alternatives rizicoles en SCV, préservatrices de l'environnement.

• **Financement de la recherche SCV :**

Le succès croissant du réseau CIRAD/AFD au Sud a contribué à hisser les SCV dans le débat mondial sur l'agriculture de conservation et lui a assuré un soutien financier constant et très conséquent de la part de notre partenaire AFD (Cf. *produits financiers du PTA 1*) :

- **4 millions d'euros (missions-salaires) sont rentrés au CIRAD depuis 1999 ;**
- **avec une mise de fonds sur EPRD de seulement 1,7 Millions d'Euros du CIRAD, l'AFD a financé, outre les 4 millions d'Euros versés au CIRAD, 37 millions d'Euros pour les projets SCV au Sud !**

• **Visiteurs et activités de formation (L. Séguy et S. Bouzinac)**

- Visite accompagnée de 30 agriculteurs français, fin janvier-début février 2005 (*Coopération et transfert technologique Sud - Nord*).
- Visite de nos matrices au Mato Grosso et dans le Goiás par une délégation lao, menée par M. le ministre de l'agriculture et les représentants des ministères en compagnie de M.

¹⁴ Denis Loyer (AFD) et Lucien Séguy (CIRAD-CA) dans le début des années 1990.

¹⁵ Equipe L. Séguy, S. Bouzinac et partenaires brésiliens de la R-D.

Florent Tivet, ainsi que 3 responsables du projet angolais appuyé par L. Séguy (du 20 au 27 février 2005).

- Visite de Mr Marco Wopereis, directeur CIRAD-CA en juin 2005.
- Visite de Mr Narcisse Moussa, de l'ONG TAFE en formation pendant 10 jours sur le thème SCV, en juin 2005.
- Conférences de L. Séguy au cours de ses missions au Sud :
 - **Madagascar** : (*Restitution de mission – Perspectives – 08/04/2005*) ;
 - **Laos** : Conférence sur le thème SCV en octobre 2005 avec Monsieur le ministre de l'agriculture et les représentants du ministère ;
 - **Cambodge** : Conférence sur le thème SCV en octobre 2005 ;
 - **Angola** : Conférence sur le thème SCV en mai 2005
- Conférence de L. Séguy à l'évènement « Non Labour » de Reignac en France en fin août 2005 [Cf. *article de la presse locale*].

Statistiques du site Agro-écologie dans la période du 08/06/2000 au 30/11/2005 (2002 jours).

La consultation de ce site qui est un pur produit GEC/UR 1, est énorme et croissante depuis sa mise en service comme l'atteste le tableau et les graphiques ci-après :

Vue générale

Agronomie durable et compétitivité de l'agriculture

« Fini la gratouille ! »

« Des couverts de chénopodes et d'amaranthes en interculture pour remonter à la surface les éléments lessivés et éclater la structure du sol » c'est l'une des nombreuses hypothèses agronomiques émises par un chercheur du Cirad* de renommée mondiale, présent à Reignac la semaine dernière.

■ Pour Lucien Séguy, agronome bien connu des agriculteurs de Champagne, il est temps de remplacer par un travail biologique, le travail mécanique des sols coûteux en énergie, en investissements divers et responsable de l'érosion de la couche arable. Dans sa méthode, racines, insectes, champignons, bactéries sont comme autant d'auxiliaires de l'agriculteur. Fort d'une expérience trentenaire sur le terrain au Brésil, ce fils d'agriculteur du Lot a observé les écosystèmes cultivés sur toute la planète et testé des dizaines de solutions sans a priori aucun dans des zones où il pleut parfois 240 mm en trois heures et d'autres à la limite du désert. Pour ce globe trotter de la pédologie la fertilité d'un sol est dans ses dix premiers centimètres. Un horizon de surface d'une richesse et d'une fragilité extrêmes qu'il ne faut surtout pas chambouler. Objectif, reconstituer sur les terres mises en cultures, le principe de l'écosystème forestier, ce cercle vertueux capable de produire en climat équatorial 500 tonnes de matières sèches à l'hectare sur des sols vides. Avec le semis direct sous couvert tout change. L'érosion, les fuites d'engrais et de produits phytos sont stoppées (malgré un recours systématique au glyphosate), l'eau des ruisseaux est claire, le parc de matériel s'allège comme la facture d'intrants. La machine biologique en permanence recycle les éléments issus de la dégradation de la matière organique. « Le sol pauvre, je m'en fous, la richesse est dans la phytomasse » s'exclame Lucien Séguy désireux de secouer son auditoire. Durant cette conférence tenue en plein champ dans le cadre d'une manifestation consacrée au semis direct, d'autres chercheurs (suisse, canadien), des agriculteurs sont venus apporter de l'eau à son moulin. Tous convergent pour expliquer que la parenthèse d'un siècle et demi de labourage des sols se termine. « Il faut stopper la gratouille et la remplacer par des outils biologiques ».

Partout dans le monde les grandes exploitations d'Amérique, d'Australie convertissent des millions d'hectares en semis direct sans travail du sol et accroissent leur compétitivité. Avec émerveillement les agronomes découvrent le monde fascinant des êtres vivants du sol, de leur interaction, de la capacité de la nature à restaurer les équilibres rompus. Sous tous les climats, on trouve des solutions pour peu que l'on se donne la peine d'observer. Fini les mauvaises herbes, la plus redoutable des adventices peut se révéler être la meilleure des solutions de restauration d'un terrain par sa capacité à s'y développer, à l'éclater pour se nourrir. « C'est peut être même sur celle là qu'il faudra positionner l'engrais » avance sans pincette l'agronome sans se faire lyncher par son auditoire. Car en semis direct, les échecs viennent souvent quand l'engagement de l'agriculteur n'est pas total dans la nouvelle voie. « Au début on se fait peur, même les plus convaincus sont tentés de raccrocher la charrue » avoue Philippe Lion de Paulmy. La période de transition est délicate. Il faut maîtriser les adventices et les parasites, ne jamais laisser le sol nu sauf en interculture estivale courte (le sol est déjà couvert par les pailles). Il faut veiller au sol considéré comme un réacteur biologique, un combustible (la phyto masse) équilibré en carbone et en azote. « L'exploitation doit fonctionner avec une rotation longue comprenant au moins une culture de printemps. Et surtout, il ne faut pas partir seul, mais en groupe pour multiplier les expériences ».

*Cirad.fr : le centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

09 SEPTEMBRE 2005

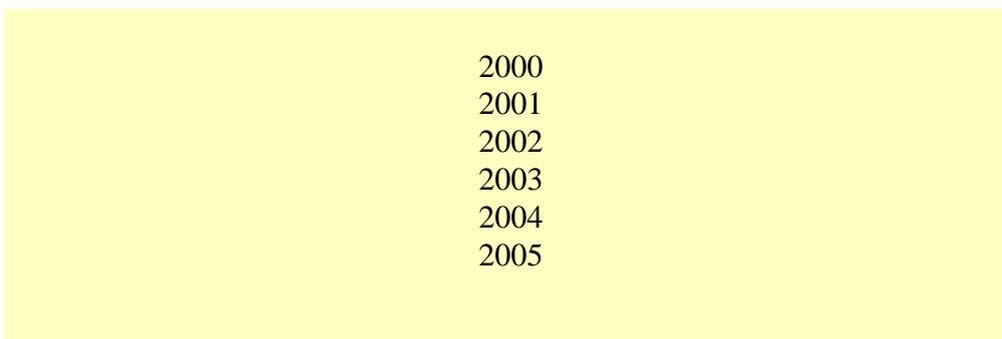
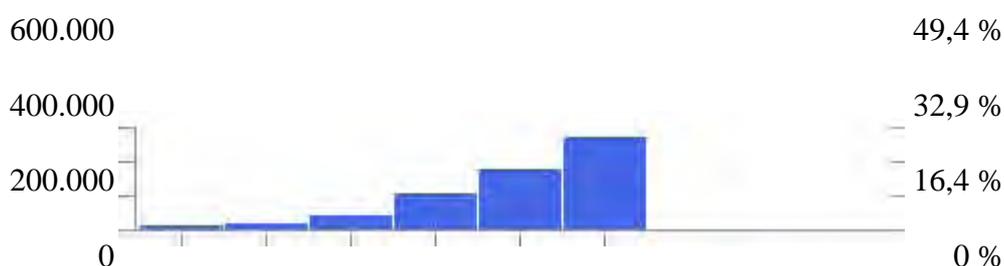
Le Point

	Total	Moyenne journalière
Hits	1.215.452	607
Nombre de pages vues	1,173,405	586
Nombre de visiteurs	92,199	-
Total téléchargé	97,27 GO	49,73 MO

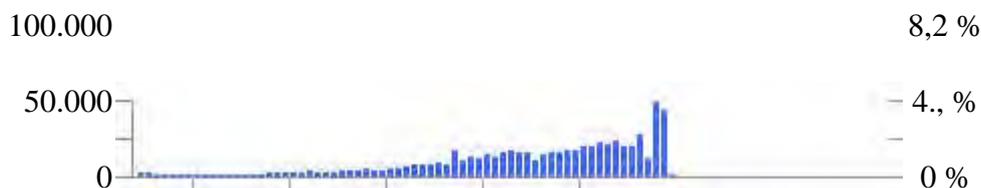
62.061 téléchargements de documents PDF du site ont été effectués (principal format de diffusion de documents finalisés). Un *noyau dur* de 14.736 utilisateurs revenus sur le site.

Au moins 37% des hits proviennent de France (.fr) mais la liste des pays d'origine des utilisateurs du site englobe près de 190 pays dans le monde.

Hits par an



Evolution mensuelle du nombre de hits



IV – PUBLICATIONS

➤ **CHAPITRES D'OUVRAGE COORDONNE PAR LE Dr. NORMAN UPHOFF DE L'UNIVERSITE DE CORNELL INTITULE : « BIOLOGICAL APPROACHES TO SUSTAINABLE SOILS SYSTEMS » 2005/06**

L. Séguy, S. Bouzinac, O. Husson – Direct-seeded tropical soils systems with permanent soil cover: learning from brazilian experience.

O. Husson, L. Séguy – Restoration of acid soil through agro-ecological management

➤ **COMMUNICATIONS ET POSTERS (comme co-auteur) AU CONGRES DE NAIROBI EN OCTOBRE 2005 :**

Bounthong BOUAHOM, Florent TIVET, Hoà TRAN QUOC, Pascal LIENHARD, Bounsay CHANTHARATH, Patrick JULIEN, Khamkèo PANYASIRI and Lucien SEGUY - Direct Seeding Mulch-Based Cropping Systems – A Holistic Research Approach implemented in Northern Laos.

Hoà TRAN QUOC, Chanthasone KHAMXAYKHAY, Piane CHANTHIP, Bounsay CHANTHRATH, Florent TIVET and Lucien SEGUY - Managing soil resource on your farm – Example of an iterative approach conducted with farmers groups in northern Laos.

Charpentier H., Razanamparany C., Andriantsilavo M., Husson, O. and Séguy, L. - Associating Cassava with *Brachiaria* sp. on degraded hillsides in Madagascar.

Charpentier H., Andriantsilavo M., Husson, O. , Michellon R., Moussa N. , Chabaud, C. ; Rakotondralambo A. and Séguy, L. - New rice varieties and cropping systems for paddy fields with poor water control.

Husson, O., Michellon R.; Charpentier H.; Ramaroson, I.; Razanamparany C.; Andriantsilavo M.; Moussa N. ; and Séguy, L. - An approach for creation, training and extension of systems based on Direct Seeding on Permanent Soil Cover in Madagascar.

Michellon R. , Ramaroson I. , Razanamparany C. , Moussa N. and Séguy L. - Developing cropping systems on permanent soil cover with minimal inputs for Madagascar Highlands.

Michellon R., Moussa N., Rakotoniaina F C., Husson O. and Séguy L - Soil smouldering: a low cost practice for a rapid recovery of soil fertility

Muller B. , Andriantsimialona D., Dusserre J., Dzido J.L., Michellon R., Moussa N., Rabary B., Rakotoarisoa J., Ramahandry F., Ramanantsoanirina A., Randriamanantsoa R., Ratnadass A., Razakamiaramanana and Séguy L. - An original multidisciplinary experimental layout to assess the performances and impacts of various DSPSC (Direct Seeding on Permanent Soil Cover) rainfed rice-based cropping systems on the highlands of Madagascar.

Pascal LIENHARD, Thammakham SOSOMPHOU, Johnny BOYER, Sompheng SIPHONGXAY, Soulivanthong KINGKEO, Florent TIVET and Lucien SEGUY - Regenerating wastelands through the use of forage species in Xieng Khouang province, Northern Laos.

Pascal LIENHARD, Thammakham SOSOMPHOU, Johnny BOYER, Sompheng SIPHONGXAY, Soulivanthong KINGKEO, Florent TIVET and Lucien SEGUY - Regenerating wastelands through the use of forage species in Xieng Khouang province, Northern Laos.

Rakotondramanana ; Husson, O.; Charpentier, H.; Razanamparany, C.; Andriantsilavo, M.; Michellon, R.; Moussa, N. and Séguy, L. - The use of *Cynodon dactylon* as soil cover for direct seeding.

Ratnadass A., Michellon R., Moussa N., Randriamanantsoa R. and Séguy L. Impact of rainfed rice-based DSPSC systems on soil pest and *Striga* infestation and damage in Madagascar.

Razafimbelo T., Michellon R., Séguy L., Moussa N., Razanamparany C., Muller B., Oliver R., Albrecht A., Feller C. - Soil carbon storage and protection according to tillage and soil cover practices (Antsirabe-Madagascar).

➤ **RAPPORTS DE MISSION DE L. SEGUY :**

- **Maroc (mars 2005)**
- **Tunisie (mars 2005)**
- **Madagascar (Mars-avril 2005)**
- **Angola (mai 2005)**
- **Asie: Laos et Cambodge (octobre 2005)**