



**LE CONTROLE DES PESTES VEGETALES
PAR LES SEMIS DIRECT : LE CAS DE
Cyperus rotundus DANS LA CULTURE
COTONNIERE DU CENTRE OUEST
DU BRESIL**

Août 1998

**CIRAD-CA Goiania - Goiás Brésil
L. SEGUY, S. BOUZINAC
Programme GEC**

**LE CONTROLE DES PESTES VEGETALES
PAR LES SEMIS DIRECT : LE CAS DE
Cyperus rotundus DANS LA CULTURE
COTONNIERE DU CENTRE OUEST
DU BRESIL**

Août 1998

**CIRAD-CA Goiania - Goias Brésil
L. SEGUY, S. BOUZINAC
Programme GEC**

LE CONTRÔLE DES PESTES VÉGÉTALES PAR LE SEMIS DIRECT : LE CAS DE *Cyperus rotundus* DANS LA CULTURE COTONNIÈRE DU CENTRE OUEST DU BRÉSIL

Séguy L., Bouzinac S. - CIRAD-CA Goiânia - Goiás - Brésil

Maeda N., Ide M. A., Trentini A. - Groupe MAEDA - Ituverava - São Paulo - Brésil

RÉSUMÉ

*Les pestes végétales causent des dégâts très importants aux cultures dans les pays tropicaux. Parmi ces pestes, *Cyperus rotundus* est une des espèces infestantes la plus répandue, habituelle des sols fertiles à hautes potentialités, dans la canne à sucre, les cultures fruitières, le coton et le soja. Son contrôle chimique qui n'est pas toujours totalement satisfaisant, est toujours très onéreux, et le risque de pollution des sols par certaines molécules efficaces pour son contrôle, est important (Imazapyr, Sulfentrazone). Le semis direct qui utilise des couvertures vivantes ou mortes permanentes à la surface du sol, et garantit de ce fait un important ombrage, permet de contrôler parfaitement le *Cyperus rotundus*, dès lors que la couverture est maintenue permanente et efficace au dessus du sol par ses effets cumulés d'ombrage et allélopathiques. Les systèmes de semis direct du cotonnier créés par le CIRAD-CA et le Groupe MAEDA dans le nord de l'état de São Paulo, sur sol ferrallitique rouge sur basalte, et qui sont construits sur la couverture morte de sorgho guinea, offrent maintenant des possibilités de contrôle très efficace de *Cyperus rotundus* et au moindre coût, sans avoir à l'éradiquer. Les productivités de coton graine obtenues sur ces systèmes sont comprises entre 2 500 et plus de 3 000 Kg/ha, avec des coûts de production voisins de 900 US\$/ha, des marges nettes qui oscillent entre 600 et plus de 800 US\$/ha en fonction du prix payé au producteur. Cette expérience confirme que les systèmes de semis direct offrent des perspectives très intéressantes de contrôle pour les autres pestes végétales, au moindre coût, tout en préservant le milieu ambiant et la biodiversité.*

Mots clés : Peste végétale, *Cyperus rotundus*, ombrage, allélopathie, coton, semis direct, couverture morte, sorgho guinea, mil.

1. Introduction -

Les pestes végétales causent des dégâts considérables aux cultures dans les régions tropicales et sub-tropicales sur tous les continents.

Parmi ces pestes végétales, deux sont particulièrement agressives pour les cultures et ont de ce fait une importance économique déterminante pour l'agriculture : le genre *Striga* et *Cyperus rotundus* ; le *Striga* est répandu dans toutes les régions tropicales semi arides de l'Asie, de l'Afrique australe, mais également en Caroline du Nord et du Sud aux États Unis (Ramaiah K. V. et al., 1983) ; *Cyperus rotundus*, originaire probablement de l'Inde est une des espèces végétales de plus grande amplitude de distribution dans le monde : elle est présente dans tous les pays de climat tropical et subtropical et également dans de nombreux pays tempérés tels que le sud des États Unis et de l'Europe (Kissmann K. G., 1991).

Si le genre *Striga*, prédateur redoutable des céréales, est surtout l'envahisseur des sols tropicaux dégradés par l'érosion, appauvris en matière organique [Séguy L., 1998 (*)], le genre *Cyperus* est, à l'inverse, un habitué pratiquement inévitable des sols tropicaux riches à fortes potentialités : sols bruns volcaniques, sols ferrallitiques sur basalte, vertisols, sont les réservoirs traditionnels du *Cyperus rotundus*.

Le *Striga* dont la présence et l'agressivité se manifestent d'autant plus sévèrement que les terres sont plus érodées, oblige les communautés villageoises africaines et asiatiques à abandonner leur terroir, donc à conquérir de nouveaux espaces plus fertiles, à consommer davantage de ressources naturelles (défrichement de forêts). Le *Cyperus rotundus*, quant à lui, limite très fortement le potentiel productif des meilleurs sols tropicaux qui sont exploités le plus souvent avec des cultures industrielles telles que la canne à sucre, les espèces fruitières, le coton, le soja, soit des productions de très grande importance économique pour gérer des excédents exportables, à haute valeur ajoutée.

De nombreuses tentatives de contrôle chimique de ces deux pestes végétales ont été effectuées au cours de ces vingt dernières années (**), mais toutes sont onéreuses, pénalisent fortement les coûts de production dans le cas des cultures annuelles mécanisées, ou sont tout simplement inaccessibles dans le cadre des petites agricultures manuelles.

Depuis une dizaine d'années, plusieurs agronomes du CIRAD-CA, qui développent les techniques de semis direct sur couverture mortes ou vivantes sur divers continents, montrent que ces modes de gestion conservatrice de la ressource sol peuvent constituer des armes très efficaces, et au moindre coût, pour le contrôle biologique des ces 2 pestes végétales (Séguy L., Bouzinac S. et al., 1998 ; Charpentier H., 1998 ; Michellon R., 1998), sans nécessité de les éradiquer.

Le présent article illustre cette démarche pour le contrôle de *Cyperus rotundus* dans la culture cotonnière du nord de l'État de São Paulo au Brésil, sur sols ferrallitiques dérivés de basalte, à fortes potentialités (Séguy L., Bouzinac S. et al., 1998).

2. *Cyperus rotundus* : une machine à multiplication végétative infernale douée d'un pouvoir de compétition exceptionnel vis à vis des cultures commerciales -

Cyperus rotundus au Brésil (connue sous le nom de "tirikica") affecte diverses cultures de grand intérêt économique comme le maïs, le haricot, le soja, le coton et la canne à sucre ; c'est certainement sur la canne à sucre que le problème est le plus aigu, car selon Lorenzi H., environ un million d'hectares de canne sont infestés par *Cyperus rotundus* (in : Kissmann K. G., 1991) ; les dégâts sur la productivité sont provoqués par une très forte compétition durant tout le cycle, mais elle s'exerce surtout en début de cycle et au cours des réformes de la culture ; par l'exsudation de substances allélopathiques, le *Cyperus r.* inhibe la germination des bourgeons et le tallage de la canne, causant une très forte réduction de sa population et de sa croissance.

De même, en Argentine, des expérimentations conduites par Cerrizuela, dès 1965, ont montré qu'au cours des infestations les plus sévères, la production de canne chute de 75%.

Avec son énorme capacité de multiplication végétative, le *Cyperus* peut produire jusqu'à 40 t/ha de matériel végétal, qui retire du sol, selon Rochecoste l'équivalent de 815 Kg de sulfate d'ammoniaque, 320 Kg de chlorure de potasse et 200 Kg de superphosphate, par hectare (in ; Kissmann K. G., 1991).

(*) - Résultats non publiés (Divers pays d'Afrique soudanienne et soudano-sahélienne, Moyen ouest malgache, Vietnam).

(**) 2-4 D, Linuron, Bromoxynil, Ametryne dans les cultures céréalières sur *Striga* ; sur *Cyperus r.*, les herbicides totaux : Glyphosate, Sulfosate, Glufosinate, Imazapyr, et sur céréales : 2-4 D, Bentazone, Trichlopyr, Fluroxypyr, EPTC pour ne citer que les plus importants.

Les substances allélopathiques (*) sont formées dans les tubercules et libérées intensément au cours de leur décomposition ; elles sont partiellement absorbées par les colloïdes du sol et pour cette raison, l'effet allélopathique est d'autant plus intense que la capacité d'absorption du sol est faible.

Enfin, *Cyperus r.* sert souvent d'hôte alternatif pour des champignons parasites du sol comme *Fusarium spp.* et pour diverses espèces de nématodes ; la photosynthèse dans *Cyperus r.* est effectuée par le cycle C-4, hautement efficient, ce qui explique que son contrôle est si difficile, même par voie herbicide.

Mais cette machine végétale de compétition a son talon d'achille : elle ne supporte pas l'ombrage.

En effet, l'expérience en plein champ montre que n'importe quelle couverture morte conséquente, de 7 à 10 t/ha de matière sèche, répandue très uniformément à la surface du sol, empêche totalement l'émergence de *Cyperus rotundus* [Séguy L., Bouzinac S., 1998 (*)] ; Lorenzi H. (1984 in : "Plantio direto no Brasil" - Fundação Cargill), rapporte les effets inhibiteurs puissants et prolongés de la couverture de mucuna noire (*Stylobium aterrimum*) sur la germination de *Cyperus rotundus*, de même que ceux de la paille de canne à sucre.

Toute mise à l'ombre totale, empêche l'émergence de *Cyperus r.*, mais lui conserve ses effets allélopathiques sur la germination de toutes les adventices [Séguy L., Bouzinac S., 1998 (*)].

Cette fonction d'inhibition de la germination des adventices est extrêmement puissante, et le *Cyperus r.*, est suppressif à l'égard de toutes les adventices, à l'exemple des espèces telles que *Imperata brasiliensis*, *Pteridium aquilinum*, *Melinis minutiflora*, *Brachiarias decumbens* [Séguy L., Bouzinac S., 1998 (*) ; Lorenzi H., 1984].

3. Concepts et méthodes de lutte biologique contre *Cyperus rotundus*, au moindre coût, par les modes de gestion du sol en semis direct -

Le concept de base du contrôle biologique de *Cyperus rotundus* repose sur 3 idées simples issues de la connaissance de la biologie du *Cyperus r.* et de ses relations avec les adventices et les cultures :

- Comme le *Cyperus r.*, constitue en soi, un herbicide naturel efficace à l'égard de toutes les autres espèces adventices, il convient de lui conserver toujours cette propriété ; il reste alors à contrôler, dans la culture, une seule espèce d'adventice, toujours la même (le *Cyperus*) plutôt que des dizaines d'espèces dont la composition floristique varie tous les ans en fonction du stock semencier du sol, des systèmes de culture et des conditions climatiques,

- Outre la préservation de son pouvoir allélopathique efficace contre les autres espèces d'adventices, il faut pouvoir dominer le plus vite possible la partie aérienne du *Cyperus r.*, en la mettant sous ombrage permanent, avec un coût le plus bas possible, pour lui retirer sa force de compétition vis à vis des cultures,

- Enfin, il faut vérifier que le pouvoir allélopathique du *Cyperus r.*, maintenu efficace, n'exerce aucun effet négatif sur les cultures commerciales que l'on souhaite pratiquer.

La conciliation de ces 3 idées simples, peut se traduire par la démarche opérationnelle de recherche de la figure 1, qui peut s'appliquer à la gestion en semis direct de toutes les pestes végétales et espèces qui sont exclusives des autres, en vue de les domestiquer pour la production agricole (sans les éradiquer), au moindre coût.

(*) L'allélopathie est l'inhibition chimique exercée par une plante (morte ou vivante) sur la germination ou le développement d'autres plantes ; les substances allélopathiques libérées par les plantes appartiennent principalement au groupe des composés phénoliques, généralement sous forme d'acides ; d'autres composés tels que les alcaloïdes et les isoflavonoïdes, après dégradation dans le sol, sont finalement transformés en acides phénoliques ; parmi ceux-ci, les plus représentés sont les acides : P. coumarique, ferrulique, P. hydroxybenzoïque, o. hydroxyphenyl-acétique, salicylique (Chou C. H. et al., 1976 ; Kuwatsuka S. et al., 1973 ; Leon W. B., 1976 ; Tamura S. et al., 1967, 1969).

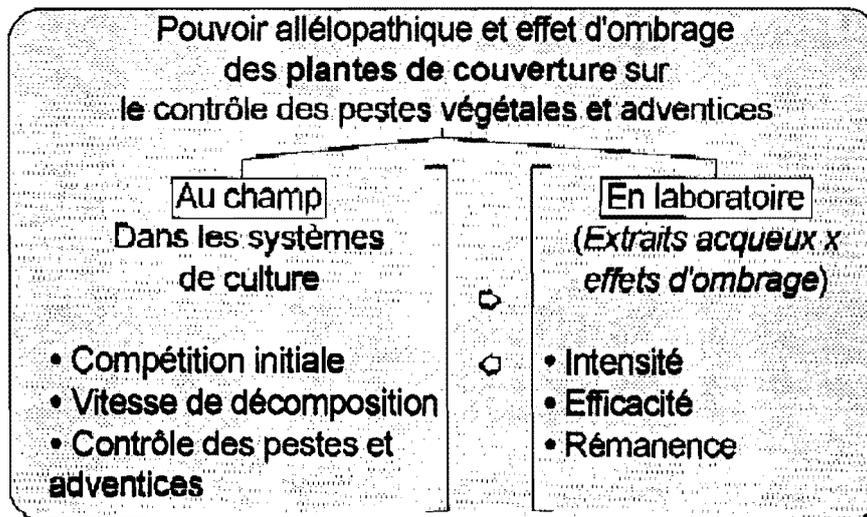
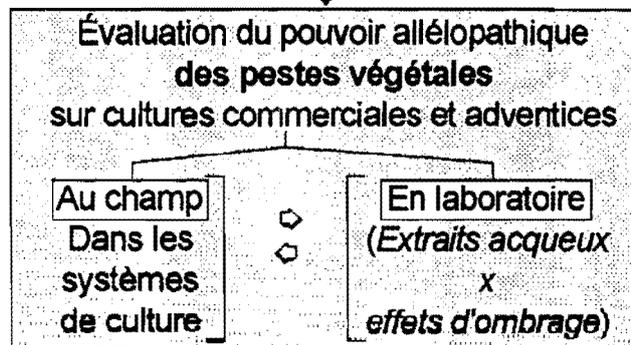
(*) Résultats expérimentaux non publiés traitant des effets de diverses couvertures de nature différente sur l'émergence de *Cyperus r.*, et portant également sur la recherche des espèces herbacées suppressives pour les adventices (enquêtes dans les écosystèmes naturels et cultivés) - Goiânia - Goiás - 1995-1998.

Fig. 1
Séquence opérationnelle de recherche visant le contrôle au moindre coût
des pestes végétales, par le semis direct
(Conquérir des espaces agricoles à fortes potentialités, au moindre coût)

Source : Séguy L., Bouzinac S. - CIRAD-CA - Goiânia - Goiás - 1998

Identification des pestes végétales
 supressives des espèces adventices
 (*) *Écosystèmes naturels et cultivés*

Espèces vivaces à organes
 de réserve :
 - Forte allélopathie
 - Forte recharge en carbone
 du profil cultural



**Systèmes de semis direct
 dans unités de production**

- Choix des plantes de couverture
- Modes de gestion des couvertures efficaces, au moindre coût, dans les systèmes de culture
- Objectif de réduction (voire suppression) des herbicides de pré et post émergence dans les systèmes de culture en semis direct et de maintien et amélioration de la qualité biologique des sols

4. Un exemple illustratif de ces concepts et méthodes : le contrôle de *Cyperus rotundus* dans la culture cotonnière, par les systèmes de semis direct, préservateurs de l'environnement-

De terres de plus en plus infestées par *Cyperus r.* : un potentiel productif en déclin.

Le Groupe MAEDA^(*), premier producteur privé de coton du Brésil, cultive tous les ans, plus de 7 000 hectares de coton dans le nord de l'État de São Paulo (*Ituverava*), sur des sols rouges ferrallitiques dérivés de basalte ; le système de monoculture pratiqué depuis plus de 10 ans sur leurs unités de production, a fortement dégradé les propriétés physiques et biologiques des sols, et favorisé leur infestation progressive par les nématodes (genre *Meloidogyne* dominant) et *Cyperus rotundus*.

Certaines fazendas comme la Santa Jacinta sont aujourd'hui totalement envahies par *Cyperus r.* ; son contrôle durant le cycle du cotonnier dans le système de monoculture avec travail profond du sol, est extrêmement difficile, voire impossible : la conjugaison d'un emploi d'herbicides rémanents au semis et de fréquents sarclages mécaniques permet, dans le meilleur des cas, de limiter les dégâts sur la productivité finale.

De plus, les outils à disques et à dents utilisés pour la préparation du lit de semences et les sarclages facilitent la multiplication du *Cyperus r.*, son transport par les outils et enfin la contamination de parcelles voisines.

Au total, l'infestation rapide par *Cyperus r.* se traduit par l'augmentation croissante des coûts de production, une baisse progressive de la productivité et des marges nettes/ha. Ce système n'est plus viable et doit être rapidement substitué par un système plus productif, stable, qui engage un risque économique minimum.

Methodologie d'intervention de la recherche : en milieu réel contrôlé et conditions réelles d'exploitation, mécanisées

Les travaux de recherches du CIRAD-CA, pour redresser cette situation alarmante qui se généralise dans la région, ont consisté à créer, mettre en place et à comparer, une série de systèmes de culture en semis direct qui utilisent les principes de contrôle biologique décrits au chapitre précédent :

- Dans une première étape, diverses rotations du cotonnier ont été étudiées et comparées pour leurs performances agronomiques, économiques et techniques et pour leur impact selon les mêmes critères d'évaluation sur la culture du cotonnier (*gain de rendement par rapport au système de monoculture, rythme de rotation, performances économiques et techniques*).

- Les rotations ont été construites sur des successions annuelles, qui permettent d'implanter chaque année, de fortes biomasses en semis direct et qui assurent une couverture parfaite et permanente du sol, donc garantissent un ombrage permanent sur le *Cyperus rotundus* ; ce sont les successions annuelles : soja + mil^(*), soja + maïs^(*), soja + sorgho^(*), soja + sorgho guinea^(*), maïs + crotalaire.

Les schémas de la Fig.2 illustrent le calendrier d'implantation des meilleurs systèmes, en semis direct continu et en grande culture.

Parallèlement à cette recherche des meilleures couvertures suppressives de *Cyperus r.*, au moindre coût en semis direct, la voie de contrôle chimique de *Cyperus r.* a été également exploitée dans le système conventionnel de travail profond du sol avec l'incorporation de la succession annuelle soja + maïs ; le *Cyperus* était dans ce cas contrôlé successivement par la molécule Sulfentrazone (*produit commercial Borax*) dans la culture de soja et ensuite par l'EPTC dans la culture de maïs en succession (*l'EPTC + Radical, est incorporé avant semis*).

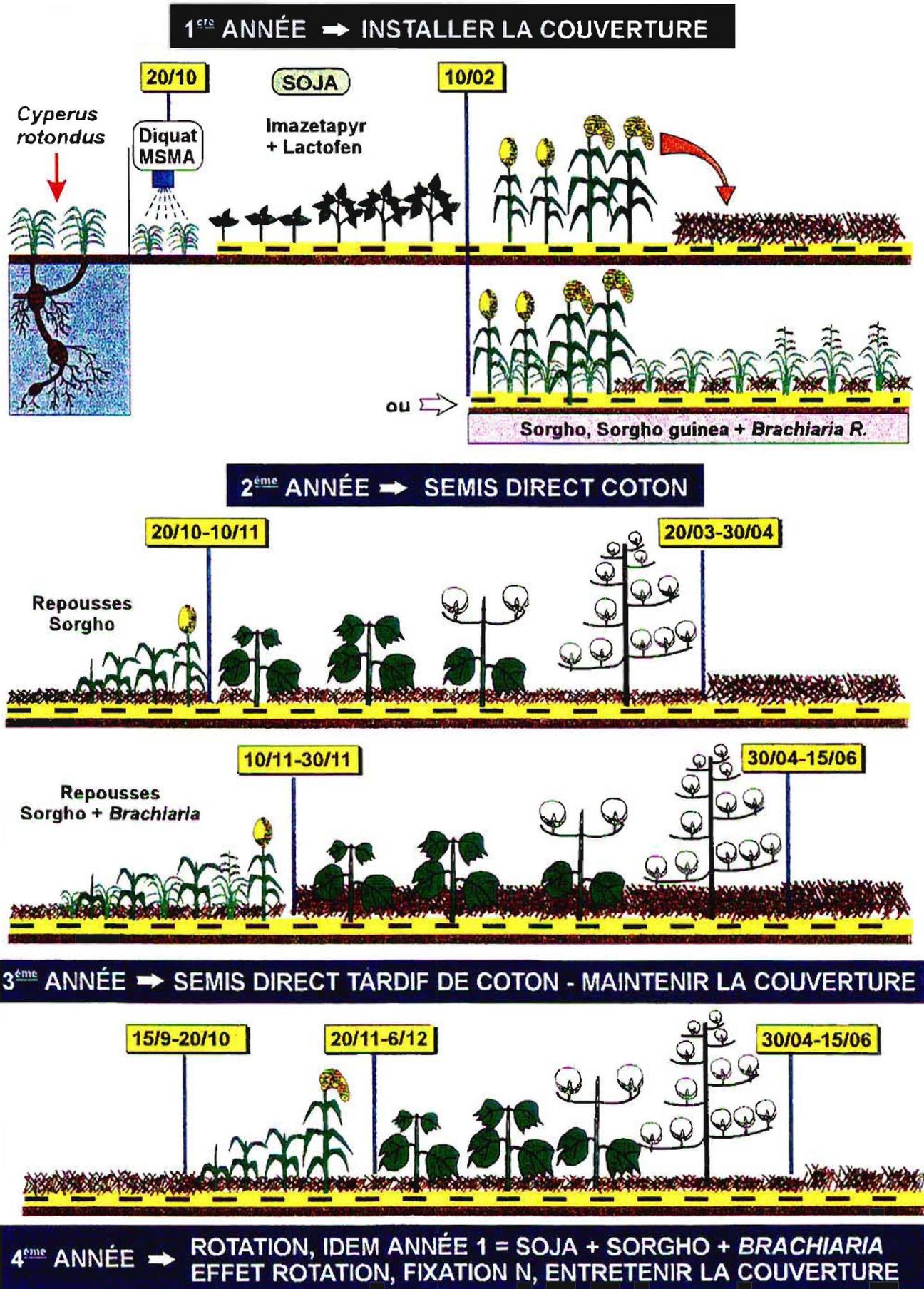
Toutes les expérimentations sur la comparaison de ces différents systèmes de culture ont été conduites en conditions d'exploitation réelles mécanisées (*vraie grandeur*), à l'échelle de toposéquences représentatives ; le système conventionnel de travail profond du sol x monoculture a servi de référence agrotechnique et économique. Pour prendre en compte, la possibilité de gradients de fertilité, des systèmes ont été systématiquement répétés à l'échelle de la toposéquence (*dispositif expérimental : collection testée en grande culture mécanisée*).

(*) Le Groupe MAEDA plante plus de 20 000 ha de coton entre le nord de l'État de São Paulo (*Ituverava*) et le Sud de l'État de Goiás (*Bom Jesus, Porteirão*), où il cultive au total, environ 30 000 hectares. Sa capacité industrielle est très importante et lui permet de produire plus de 330 t/jour de graisses, 200 t/mois de coton-fil, et de délinter plus de 1 100 t/jour de coton graine.

(*) Les cultures de successions du soja sont, dans l'ordre d'implantation en fin de cycle des pluies : maïs, sorgho, mil qui peuvent être associées avec *Brachiaria r.* ; ces associations incorporent le très fort pouvoir allélopathique du *Brachiaria* qui s'ajoute à celui des biomasses de couverture en particulier du sorgho, le plus puissant des 3 biomasses de succession (*Séguy L., Bouzinac S. et al., 1998*).

FIG. 2

LE CONTROLE DE *Cyperus rotundus* PAR LE SYSTÈME DE SEMIS DIRECT SOLS ROUGES FERRALLITIQUES SUR BASALTE - ITUVERAVA, SP - 1998



SOURCE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA; Ide M. A., Trentini A., GROUPE MAEDA - Ituverava, SP - 1998

Une évaluation globale des performances des systèmes qui porte à la fois sur des critères agronomiques, techniques et économiques.

Parmi les critères retenus pour la comparaison des performances agronomiques des systèmes sur le contrôle de *Cyperus r.* dans la culture de cotonnier, les plus importants sont :

- Le suivi, par comptages/m², de l'émergence du *Cyperus r.*, et des adventices (vérification du maintien du pouvoir allélopathique du *Cyperus*), d'abord dans les successions de cultures en rotation avec le cotonnier, puis ensuite dans la culture du cotonnier entre le semis et la couverture totale du sol par la culture (vers 60 jours après semis), et enfin, à la récolte,

- La vitesse de minéralisation des couvertures, durant le cycle du cotonnier qui caractérise la fonction allimentaire de la couverture et surtout conditionne sa durée de protection efficace sur le *Cyperus r.* par les effets conjugués d'ombrage et allélopathiques,

- La production de coton des différents systèmes,

- Les coûts de production et la charge du calendrier cultural comparés entre les différents systèmes (capacité de travail des équipements, facilité d'exécution, flexibilité de réalisation).

Des résultats spectaculaires : un contrôle parfait du *Cyperus r.* par le semis direct construit sur la biomasse de sorgho (?), au moindre coût.

La biomasse de sorgho, en succession du soja, contrôle totalement le *Cyperus rotundus* durant toute la saison sèche qui précède le semis du cotonnier ; la biomasse produite au dessus du sol dépend du type botanique utilisé (le sorgho guinea étant le plus productif), mais oscille entre 7 et 12 t/ha (*) à la récolte, au début de la saison sèche.

Aux premières pluies, la biomasse au dessus du sol est renforcée par les repousses très puissantes du sorgho ; le dessèchement de la biomasse a lieu 8 à 10 jours avant semis (glyphosate 1,5 l/ha + 40 g/ha de flumioxazin).

La puissante couverture à très fort pouvoir allélopathique du sorgho, contrôle ensuite totalement le *Cyperus r.* dans la culture, comme le montrent les résultats du tableau 1.

Tableau 1 - Repousses du *Cyperus r.* dans les systèmes de culture

		Nb. de plants (1) de <i>Cyperus r.</i> /m ²	Autres adventices (*) (1) nb/m ²
Travail profond conventionnel x monoculture (ligne de semis traitée avec Alachlore + Diuron)	• Au semis	200 à + de 600	0 à 2
	• 30 JAS	Les sarclages couvrent la ligne de semis et le <i>Cyperus r.</i>	<i>Cyperus</i> et autres adventices recouverts par sarclages
	• 60 JAS	Variable : 10 à > 100 Herbicide à jet dirigé MSMA + Diuron (3 l + 0,8 l/ha p.c.)	<i>Cyperus</i> et autres adventices recouverts par la terre aux sarclages
Semis direct sur forte biomasse de sorgho (ligne semis non traitée)	• Au semis	0	0
	• 30 JAS	1-2	0
	• 60 JAS	1-3 Herbicide à jet dirigé MSMA + Diuron (3 l + 0,8 l/ha p.c.)	0

(*) Autres adventices présentes ⇔ genres *Commelina*, *Acanthospermum*, *Euphorbia*, seulement sur les extrémités des parcelles où la couverture est moins épaisse et perturbée par les engins.

(1) Moyenne de 10 échantillons de 10 m²/parcelle de 1 000 m². - JAS = Jours Après Semis.

(?) Cette biomasse est la seule qui présente également la qualité de minimiser les attaques initiales du complexe fongique du sol, qui est responsable du "damping off" sur cotonnier (*Fusarium sp.*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Aspergillus*, etc. ... - Séguy L., Bouzinac S. et al., 1998).

(*) La production de biomasse racinaire est supérieure à 5 t/ha sur 50 cm d'épaisseur de sol (sorgho guinea - résultats non publiés - Séguy L., Bouzinac S. et al., 1998).

Le fort pouvoir allélopathique du sorgho se maintient durant tout le cycle du cotonnier, et même ensuite après la récolte en saison sèche, où la couverture du sol est encore bien assurée et renforcée par le broyage des résidus de coton.

Le tableau 2 qui réunit les données sur l'importance de la couverture de sorgho g., le nombre de pieds/m² de *Cyperus rotundus* et la biomasse de coton sur pied, à la récolte, montre en effet que le sol est encore parfaitement couvert, par 8,4 t/ha de matière sèche de sorgho g., et que, exceptées quelques reprises localisées, par tâches, du *Cyperus*, cette biomasse de couverture contrôle parfaitement la population de *Cyperus* : les quelques pieds qui ont réussi à émerger, même par tâches, sont chétifs, peu vigoureux, jaunes, symptômes caractéristiques de l'efficacité allélopathique du sorgho ; à l'inverse, sur semis direct sans couverture (avec couverture des seules adventices, éphémère) et sur le labour conventionnel x monoculture, la recolonisation par le *Cyperus* est intense, avec déjà en moyenne, entre 73 et plus de 120 pieds/m², et le *Cyperus* est très développé, vert foncé, en pleine phase de multiplication active. Les résidus lignifiés du coton encore vert, dépassent 13,6 t/ha qui, après broyage vont encore renforcer la couverture de sorgho.

Tableau 2 - Évaluation, à la récolte du cotonnier DP 90 :

- Du poids de biomasse restante de sorgho guinea, à la surface du sol, en tonne/ha -
 - Du nombre de *Cyperus rotundus*/m², en fonction du système de culture -
 - De la biomasse de coton, en tonne/ha -
- Sol rouge ferrallitique sur basalte - Ituverava - SP - 1998

Matière sèche restante (¹) de sorgho guinea (t/ha)	Nombre de pieds de <i>Cyperus rotundus</i> par m ² (¹)				Biomasse coton(²) à la récolte (t/ha)
	Semis direct sur sorgho (20/11)	Semis direct sur sorgho (6/12)	Semis direct sur adventices (15/12)	Labour profond x monoculture (20/11)	
7,26	3	21	27	21	13,591 t/ha
8,87	6	41	314	191	
9,68	3	6	179	89	
6,18	53 (³)	7	118	92	
10,21	59 (³)	3	190	85	
7,80	32 (³)	24	25	72	
15,32	6	7	16	2	
8,06	56 (³)	0	53	75	
5,11	29 (³)	6	206	90	
5,91	0	48	91	11	
X = 8,44	X = 24,7	X = 16,3	X = 122	X = 73,0	

(¹) Moyenne de 10 échantillons de 2 m linéaires, tirés au hasard, dans l'interligne du cotonnier, à la récolte.

(²) Moyenne de 30 pieds de coton DP 90 tirés au hasard sur le semis direct, sur les mêmes échantillons où ont été effectuées les mesures de biomasse restante de sorgho ; biomasse de coton non totalement sèche.

(³) Infestation par tâche ; le *Cyperus rotundus* sur labour profond est très développé, vert foncé ; il est chétif, jaune peu développé sur semis direct.

Source : Séguy L., Bouzinac S. - CIRAD-CA ; Ide M. A., Trentini A. - Groupe MAEDA - Ituverava - SP - 1998.

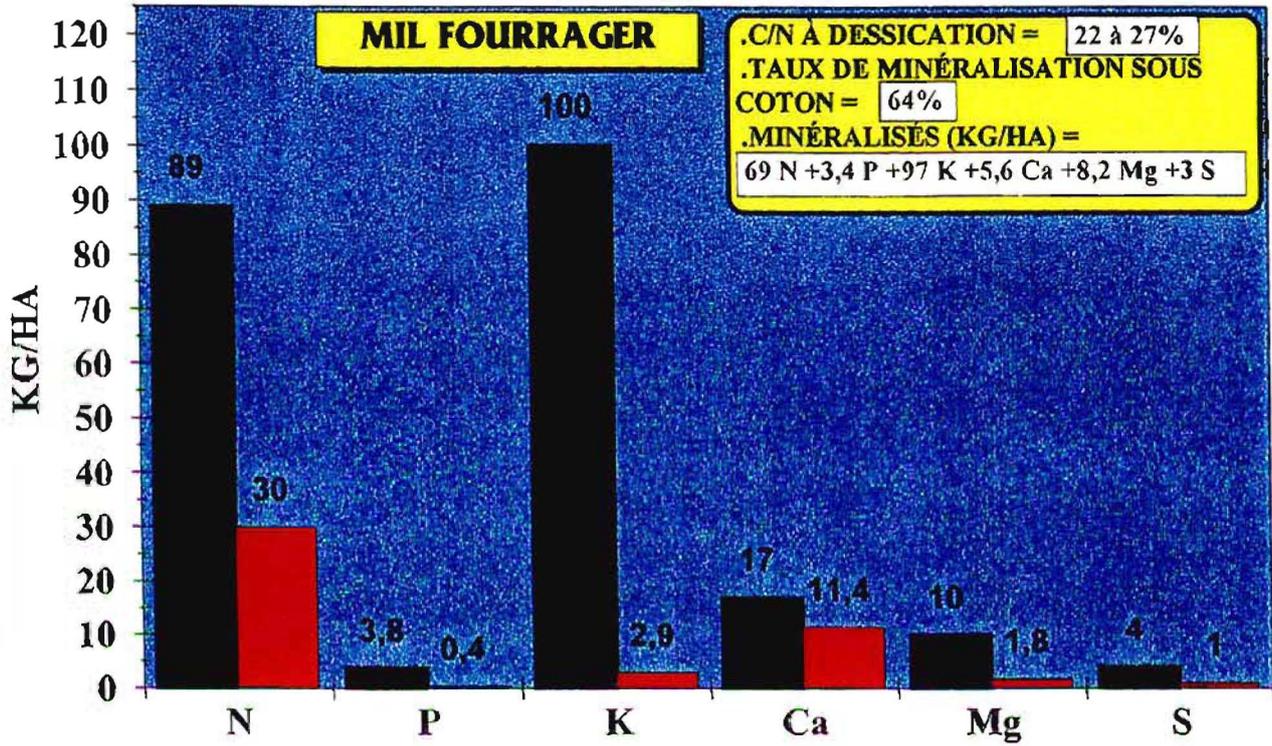
(*) CV% des mesures ⇨ Matière sèche sorgho = 34,6 ; nb. pieds *Cyperus* semis direct : [20/11 = 98,1 ; 6/12 = 102,7 ; 16/12 = 80,7] ; nb. pieds *Cyperus* sur labour = 74,4 ; biomasse coton = 5,1.

Cet effet protecteur prolongé, suppressif du sorgho, à la fois sur *Cyperus r.* et sur les autres adventices (actions conjuguées probables du pouvoir allélopathique du *Cyperus* qui est maintenu dans le profil cultural et de celui du sorgho à partir des acides organiques de surface), est dû, outre les effets allélopathiques, au maintien de l'ombrage en surface par suite d'une décomposition très lente du sorgho comme l'indique la Fig. 3 qui rend compte de la vitesse comparée de minéralisation des biomasses de mil et sorgho.

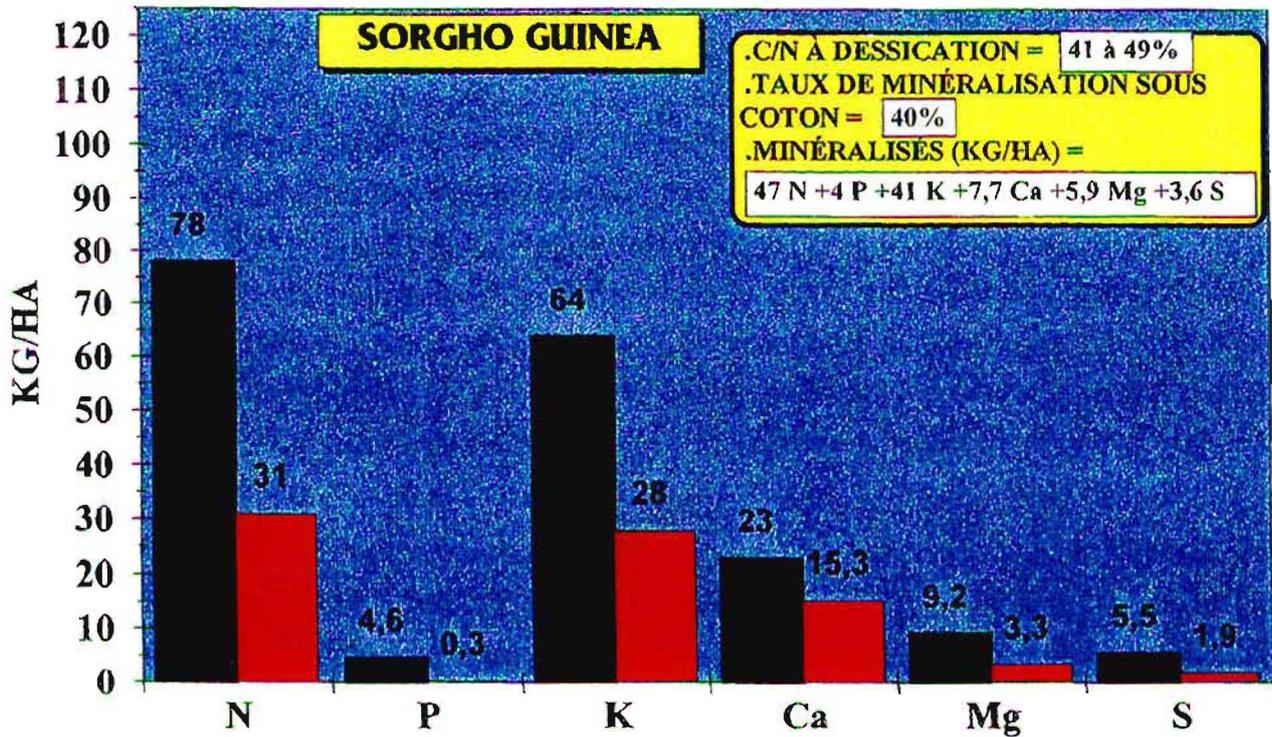
FIG. 3

MINÉRALISATION DES COUVERTURES MORTES SOUS CULTURE DE COTON - FAZENDA RECANTO - 1997

SOURCE = J. SÉGUY, S. BOUZINAC - CIRAD - CA, W. K. OISHI - GROUPE MAEDA - ITUMBIARA - GO.



■ CONTENU MINÉRAL À DESSICATION
 ■ CONTENU MINÉRAL RESTANT



Une très forte couverture de sorgho bien gérée, peut permettre ainsi de se passer totalement d'herbicides post-émergents jusqu'à environ 45-50 jours après semis, où la ligne de semis a pu être polluée par *Cyperus r.* et quelques rares autres adventices (le semoir de semis direct, en ouvrant un léger sillon, découvre le sol et permet ainsi au *Cyperus* de repartir) ; un traitement herbicide léger, à jet dirigé (MSMA + Diuron à dose faible, ou Lactofen) permet alors de contrôler totalement la ligne de semis et les quelques pieds de *Cyperus* entre lignes (1 à 4 pieds/10 m linéaires, entre lignes, au maximum).

Toutefois, il est toujours prudent de prévoir (mesure de sécurité) 1 l/ha d'herbicide graminicide (*Fluazifop, Haloxyfop, Fenoxaprop, etc...*) pour contrôler des repousses de sorgho toujours possibles, dans la culture cotonnière, en début de cycle.

Les rendements comparés du cotonnier dans les différents systèmes sont présentés dans le tableau 3 et les figures 4 et 5 ; ils se rapportent à deux emplacements de la toposéquence : le sommet et le bas de pente.

Tableau 3 - Productivité du cotonnier (DP 90) dans les systèmes de culture, sur sol de sommet de pente - Ituverava - SP - 1998

Systèmes de culture	Productivité en Kg/ha	Productivité relative en % du témoin conventionnel
1. Travail profond conventionnel x monoculture (T)	2 047	(100)
2. Traitement chimique (*) du <i>Cyperus</i> dans la succession soja + maïs, avant coton en semis direct	1 827	(79)
3. Semis direct de coton sur forte biomasse sorgho après succession soja + sorgho	2 505	(122)

(*) CV% des mesures de rendements par échantillonnage intra parcelles :

- conventionnel - CV% = 8,6
- traitement chimique - CV% = 15,4
- semis direct - CV% = 6,2

Fortes attaques de bactériose en fin de cycle qui ont réduit la productivité, de 30 à 40%.

(*) Phytotoxicité très élevée du sulfentrazone sur coton ; un an après son application sur soja : le coton se développe très lentement et produit peu.

Source : Séguy L., Bouzillac S. - CIRAD-CA ; Ide M. A., Trentini A. - Groupe MAEDA - Ituverava - SP

Les résultats montrent, la supériorité systématique du semis direct sur le travail profond conventionnel, avec de gains de rendements qui vont de 15 à 24% (cultivar DP 90), en fonction du niveau de fumure et de la localisation des parcelles sur la toposéquence.

La tentative de contrôle chimique total du *Cyperus r.* par l'application successive des molécules sulfentrazone sur soja et EPTC sur maïs dans la succession annuelle qui précède la culture du cotonnier, est un échec : la rémanence de la molécule sulfentrazone s'exerce encore un an après son application au sol, provoquant un effet phytotoxique prolongé sur le cotonnier, qui affecte très négativement sa productivité (perte de 21% par rapport au témoin conventionnel, et de 35% par rapport au semis direct sur sorgho) ; de plus, malgré l'application de ces molécules puissantes, très rémanentes, le *Cyperus r.* repart dans le coton l'année suivante. La voie du contrôle biologique, soit de vivre en harmonie avec la peste végétale en utilisant ses effets positifs (recharge forte en carbone du profil cultural, pouvoir allélopathique suppressif sur les adventices) et en neutralisant ses effets de compétition les plus négatifs (eau, nutriments) est beaucoup plus intéressante que la voie de tentative d'erradication qui peut provoquer en plus, une forte pollution du sol.

Au plan économique, le tableau 4 et la figure 6, qui réunissent les performances comparées des différents systèmes, mettent en évidence la supériorité économique du système de semis direct sur le système conventionnel : en plus de ses gains de productivité, ses coûts de production sont légèrement inférieurs à ceux du système conventionnel (de 3 à 10%), et voisins de 900 US\$/ha.

L'analyse détaillée de la comparaison des coûts de production traduite par la Fig 6, montre que les coûts des opérations de pré-semis + semis + durant le développement de la culture sont inférieurs de 17% à ceux du système conventionnel, traduisant des économies significatives en facteurs de production : temps de machines, herbicides, sarclages.

Les marges nettes/ha, offertes par le semis direct sont pratiquement le double de celles du système conventionnel, quelque soit le niveau de fumure et l'emplacement des parcelles sur la toposéquence (Fig. 6 et tableau 4).

Au plan technique, le semis direct du cotonnier est plus facile à réaliser que le système conventionnel, et permet une réduction significative du nombre d'opérations (avant semis, lutte contre les adventices).

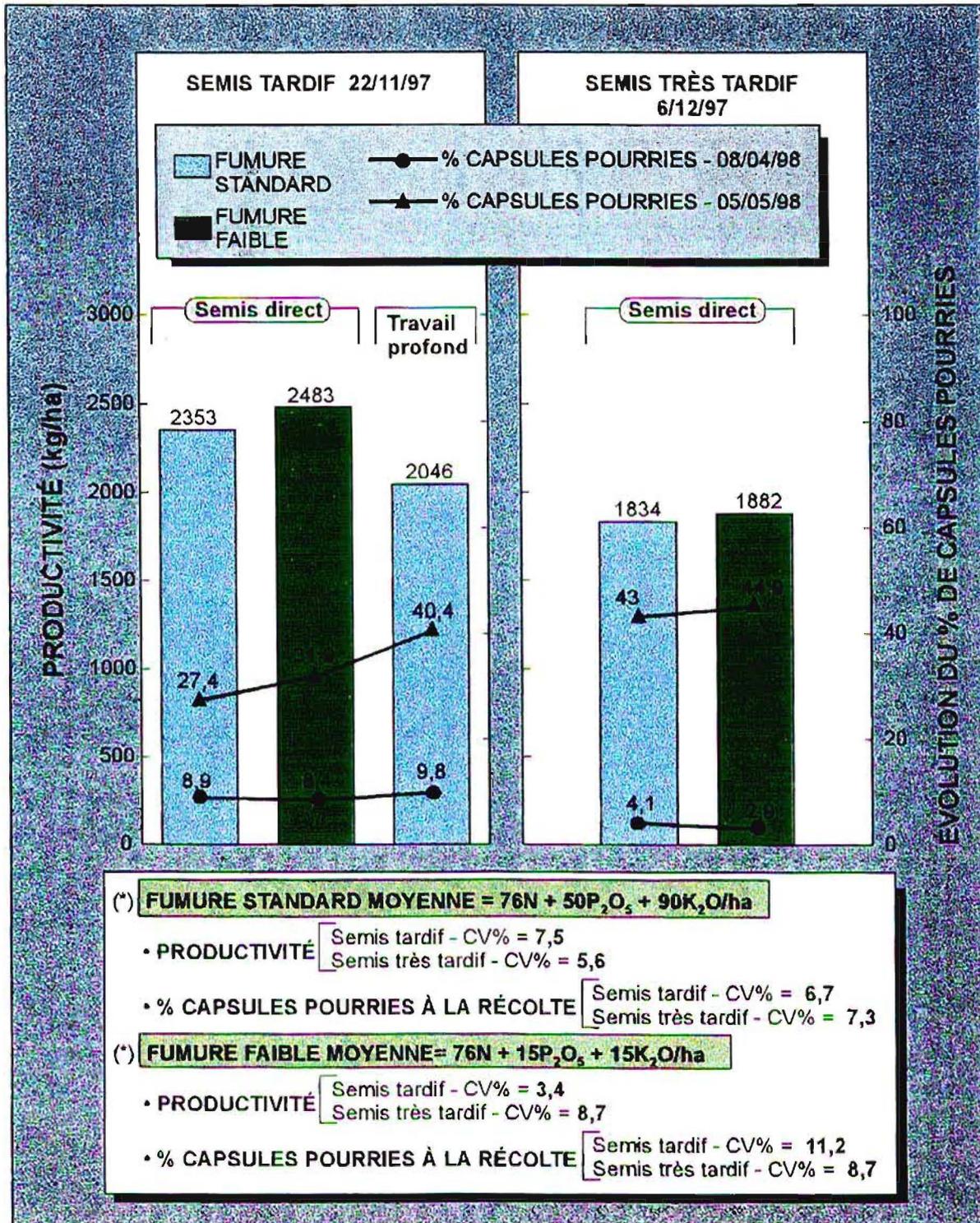
Le tableau 4, qui fait la synthèse des performances économiques actuelles des différents systèmes maîtrisés en semis direct avec une variété de coton à résistance stable aux maladies (telle que *Sicala 32*), montre que le semis direct sur biomasse de sorgho peut offrir des marges nettes comprises entre 670 et plus de 840 US\$/ha, soit de 57% à 95% supérieures à celle du système conventionnel en monoculture.

Conclusions -

La voie du contrôle biologique des pestes végétales telles que *Cyperus rotundus* est ouverte ; elle peut être généralisée à d'autres espèces également fort précieuses pour le maintien de la fertilité des sols, à l'image du *Cyperus r.*, telles que : *Chloroloma o.*, *Imperata c.*, en zones de forêts, les genres *Cynodon*, *Pennisetum*, etc.... L'expérience montre que seul le semis direct peut permettre de contrôler de telles pestes, au moindre coût, en se servant de leurs qualités (pouvoir allélopathique suppressif vis à vis des autres adventices, forte recharge en C du profil cultural qui est un stimulant puissant de la macrofaune tels que les vers de terre, etc...) et en neutralisant leur défaut majeur qui consiste principalement dans leur pouvoir de compétition énorme pour les cultures (eau, nutriments). Plus que les résultats obtenus présentés ici, la méthode expérimentale qui peut allier des recherches en prise directe dans les écosystèmes cultivés (et naturels) et des recherches explicatives plus fines en laboratoire (dissocier la part des effets d'ombrage, des effets allélopathiques, identifier les molécules actives, etc...), dans le même but commun, de produire plus, au moindre coût en conservant la fertilité du sol dans toutes ses potentialités (minimiser les pollutions par les xénobiotiques, les externalités), mérite d'être développée pour, à la fois, produire des connaissances utiles au contrôle biologique des pestes végétales mais aussi, et dans le même temps, fournir aux agriculteurs, des systèmes de culture praticables, reproductibles, plus performants et plus stables, dans un environnement totalement protégé contre l'érosion.

FIG. 4

PRODUCTIVITÉ MOYENNE DU COTON DP 90 (*), EN FONCTION DE DIVERS MODES DE GESTION DE LA FUMURE MINÉRALE ET DE LA DATE DE SEMIS - SOLS FERRALLITIQUES SUR BASALTE - ITUVERAVA, SP - 1998



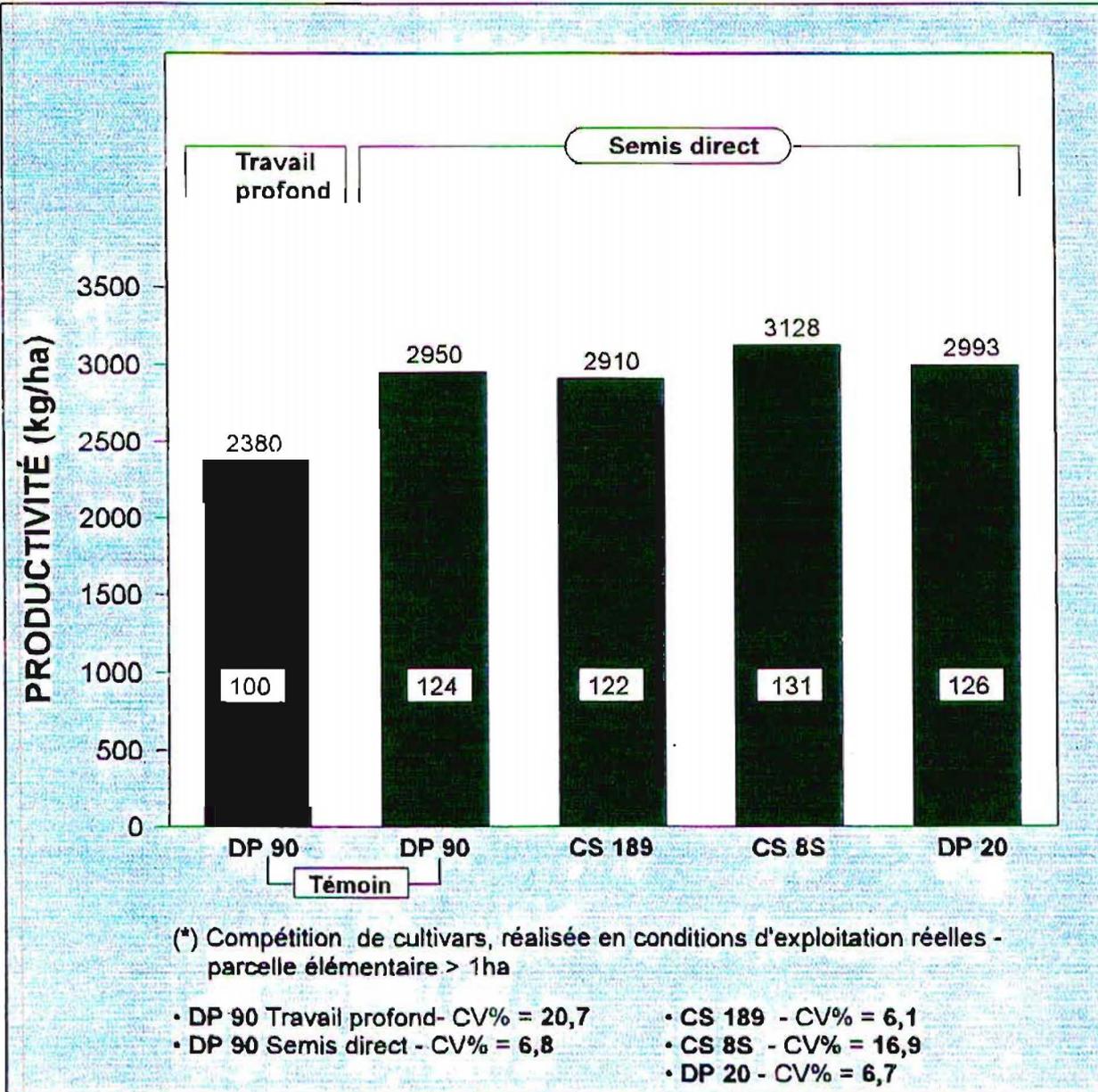
• Collection testée conduite en conditions d'exploitation réelles - parcelle élémentaire > 1 ha

SOURCE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA; Ide M. A., Trentini A., GROUPE MAEDA - Ituverava, SP

FIG. 5

PRODUCTIVITÉ DE VARIÉTÉS DE COTON EN SEMIS TARDIF (22/11/97)

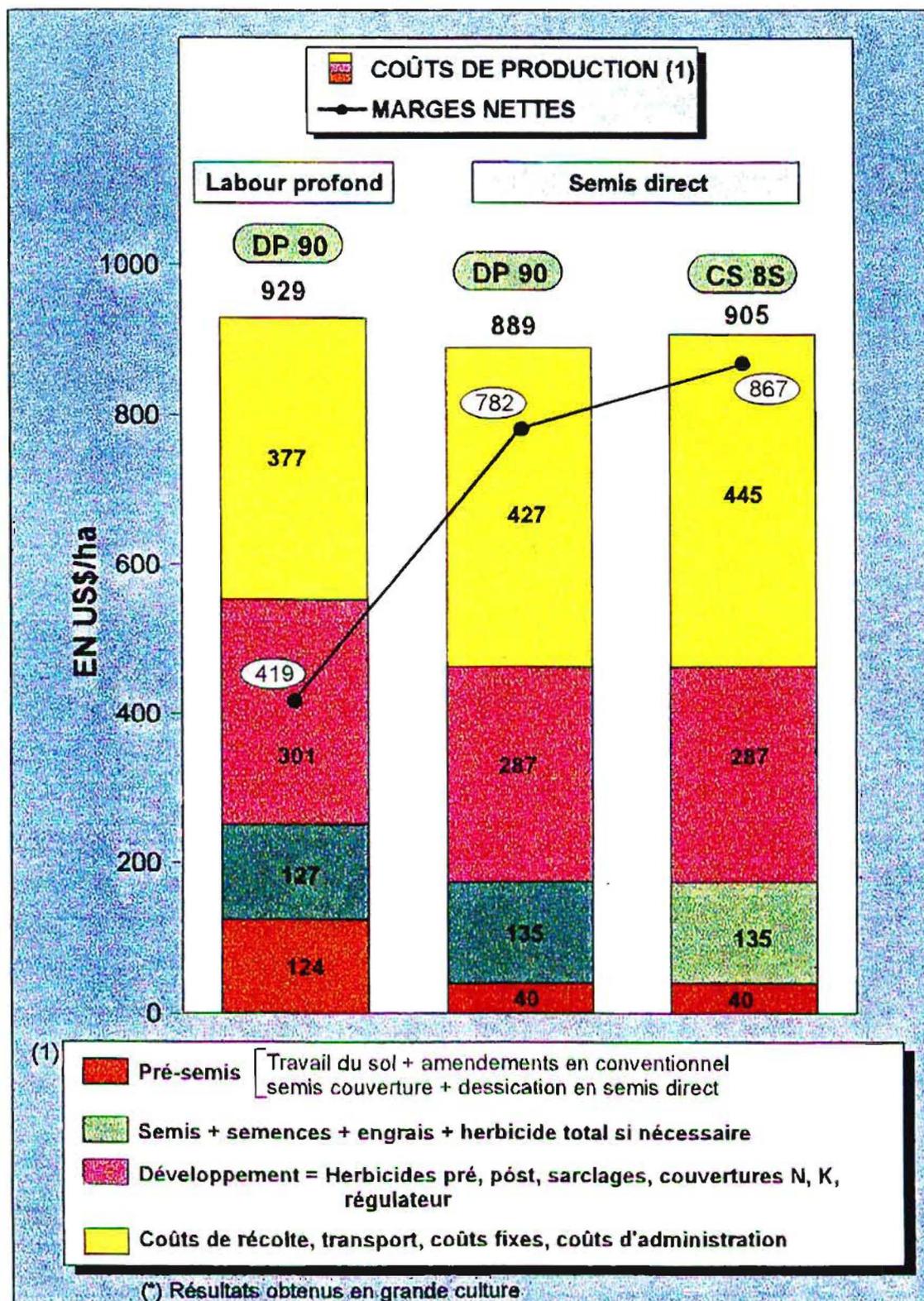
- SOLS FERRALLITIQUES SUR BASALTE; DÉGRADÉS - PARTIE INFÉRIEURE DE LA TOPOSÉQUENCE - ITUVERAVA SP



SOURCE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA; Ide M. A., Trentini A., GROUPE MAEDA - Ituverava, SP

FIG. 6

COÛTS DE PRODUCTION DÉTAILLÉS ET MARGES NETTES EN US\$/ha DE DEUX VARIÉTÉS DE COTON EN FONCTION DE 2 SYSTÈMES DE GESTION DU SOL - SOL FERRALLITIQUE SUR BASALTE, DÉGRADÉ, DE BAS DE PENTE - FAZENDA SANTA JACINTA - ITUVERAVA, SP - 1998



SOURCE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA; Ide M. A., Trentini A., GROUPE MAEDA - Ituverava, SP

Tableau 4 - Coûts d'un hectare de coton au Brésil

Comparant le système traditionnel avec les systèmes de semis direct

(*) Base de calcul extraite de la recherche CIRAD-CA = Groupe MAEDA en 1997

- Prix du coton payé au producteur = US\$ 8,57/00

Système conventionnel (1) (Témoin)				Systèmes en semis direct après la succession soja + sorgho (2)											
Monoculture coton x travail conventionnel x fumure standard				1 seule application herbicide en post-émergence : - avec jet dirigé 40-50 J.A.S. ⇒ 3 l Daconate + 0,8 l Cention/ha + 1 litre/ha Fusilade appliqué avec l'insecticide 25-30 J.A.S.						2 applications herbicides en post-émergence : - 0,6 l Basagran + 1 l Gramoxone/ha - 25 J.A.S. - Tunnel - 3 l Daconate + 0,8 l Cention/ha - 40-50 J.A.S. jet dirigé + 1 litre/ha Fusilade appliqué avec l'insecticide 25-30 J.A.S.					
				Fumure standard (3)			Fumure minimum (3)			Fumure standard (3)			Fumure minimum (3)		
Opération	Unité	Quantité	Coût \$/ha	Unité	Quantité	Coût \$/ha	Unité	Quantité	Coût \$/ha	Unité	Quantité	Coût \$/ha	Unité	Quantité	Coût \$/ha
Pré-semis															
Entretien de terrasse de base large	h/ha	0,35	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trituration	h/ha	0,35	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Travail sol	h/ha	2,73	96,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Herbicide total + application	-	-	-	l/ha	3	47,8	l/ha	3	47,8	l/ha	3	47,8	l/ha	3	47,8
Anticipallon N	N Kg/ha	20	-	N Kg/ha	20	30,1	N Kg/ha	20	30,1	N Kg/ha	20	30,1	N Kg/ha	20	30,1
Sub total			112,7			77,7			77,7			77,7			77,7
Semis															
Semences	Kg/ha	15,0	16,5	Kg/ha	15,0	16,5	Kg/ha	15,0	16,5	Kg/ha	15,0	16,5	Kg/ha	15,0	16,5
Herbicides psi	l/ha	2,5	31,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fumure	Kg/ha	330	83,8	Kg/ha	330	83,8	Kg/ha	100	25,4	Kg/ha	330	83,8	Kg/ha	100	25,4
Semis (op. + M.o.)	h/ha	0,6	10,4	h/ha	1,0	22,0	h/ha	1,0	22,0	h/ha	1,0	22,0	h/ha	1,0	22,0
Sub-total			141,7			122,3			63,9			122,3			63,9
Développement															
Sarclage mécanisé	h/ha	1,03	15,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarclages manuels	serv./ha	1,5	12,3	serv./ha	1,0	8,8	serv./ha	1,0	8,8	serv./ha	1,0	8,8	serv./ha	1,0	8,8
Herbicides (pré et post)	aplic.	2	76,2	aplic.	3	71,8	aplic.	3	71,8	aplic.	4	107,2	aplic.	4	107,2
Insecticides	aplic.	8	163,4	aplic.	8	163,4	aplic.	8	163,4	aplic.	8	163,4	aplic.	8	163,4
Fumure couverture (18-00-20)	Kg/ha	250	82,9	Kg/ha	250	82,9	Kg/ha	250	82,9	Kg/ha	250	82,9	Kg/ha	250	82,9
Sub-total			349,4			326,9			326,9			362,3			362,3
Récolte															
Mécanisé (100%)	ton/ha	2,5	206,6	ton/ha	3,2	264,5	ton/ha	2,8	231,4	ton/ha	3,2	264,5	ton/ha	2,8	231,4
Transport	ton/ha	2,5	25,8	ton/ha	3,2	33,0	ton/ha	2,8	28,9	ton/ha	3,2	33,0	ton/ha	2,8	28,9
Coûts économiques															
Administration indirecte (coût annuel/ha)			84,9			84,9			84,9			84,9			84,9
Coûts fixes															
Administration directe (coût annuel/ha)			75,9			75,9			75,9			75,9			75,9
Coûts totaux/ha			997			985			889,5			1 020			925
Recette coton (4)	[2 500 Kg/ha]		1 428	[3 200 Kg/ha]		1 828	[2 800 Kg/ha]		1 600	[3 200 Kg/ha]		1 828	[2 800 Kg/ha]		1 600
Marge nette			+ 431			+ 843			+ 710			+ 808			+ 675

(1) Herbicide en p.s.l. = Trifluralina 2,5 l p.c./ha ; herbicide de pré-émergence en surface totale = mélange Laco + Diuron (1,8 l + 1,8 l p.c./ha).

(2) Herbicide de pré-émergence appliqué seulement sur la ligne du semis (30% de la surface) = mélange Kadel + Diuron (1,8 l + 1,8 l p.c./ha)

(3) Fumure standard = actuel du Projet MAEDA ; Fumure minimum = niveau faible de P, Ca, Mg, oligo-éléments, car les sols ont été corrigés bien au delà des nécessités des cultures.

(4) Productivité reproductible aujourd'hui avec les itinéraires techniques disponibles : résultats de la recherche CIRAD-CA/GROUPE MAEDA en conditions d'exploitation réelles 1995/97.

Bibliographie

1. **Chou, C. H. et Lin H. J., 1976.** Auto-intoxication mechanisms of *oryza sativa*.
I. Phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil. **Journal of chem. Ecology 2** : 353-367.
2. **Charpentier H., 1995.** Fixation de l'agriculture dans le nord de la Côte d'Ivoire.
Doc. interne CIRAD-CA - Montpellier - France.
3. **Kissmann K. G., 1991 -** Plantas infestantes e nocivas - BASF brasileira S.A.
São Paulo - Brasil - Tomo I - 167-173.
4. **Kuwatsuka S. et Shindo H., 1973.** Behavior of phenolic substances in the decaying process of plants.
I. Identification and quantitative determination of phenolic acids in rice straw and its decayed product by gas chromatograph.
Soil. Sci. Pl. Nutr. , 19 : 219-227
5. **Leon W. B., 1976.** Phytotoxicité induite par les résidus de récolte de *sorghum vulgare* dans les sols sableux de l'ouest africain - **Thèse de doctorat - Université de Nancy - France.**
6. **Michellon R., Humeau L., 1993.** Étude des effets allélopathiques du Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) sur la tomate et deux plantes adventices : *Cyperus rotundus L.* et *Bidens pilosa L.* .
Doc. interne CIRAD-CA - Montpellier - France.
7. **Michellon R., Techer P., 1996.** Gestion agrobiologique des sols : Guide pour la mise en place d'itinéraires techniques dans les hauts sous le vent de l'île de la Réunion.
Doc. interne CIRAD-CA - Montpellier - France.
8. **Séguy L., Bouzinac S., Trentini A., Cortès N. A., 1996.** L'agriculture brésilienne des fronts pionniers.
Agriculture et développement n° 12 - ISSN - 1249-9951 - CIRAD-CA - Montpellier - France.
9. **Séguy L., Bouzinac S., Maeda N., Maeda E., 1998.** Large scale mechanized direct drilling of cotton in Brazil - p. 11-17 - The ICAC Recorder Vol XVI n° 1 March 1998.
10. **Tamura S., Chang C., Suzuki A., Kumai S., 1967.** Isolation and structure of a novel isoflavone derivative in red clover.
Agric. Biol. Chem. 31 : 1 108-1 109.
11. **Tamura S., Chang C., Suzuki A., 1969.** Chemical studies on "clover sickness".
Part I. Isolation and structural elucidation of two new isoflavonoids in red clover.
Agric. Biol. Chem. 33 : 391-397.

LA GOUTTE D'ENCRE

**53 place Thermidor
Le Parvis des Facultés
34000 MONTPELLIER
FRANCE
Tél : 04-67-65-30-96**