

La maîtrise de *Cyperus rotundus* par le semis direct en culture cotonnière au Brésil

***Cyperus rotundus* est une plante exceptionnellement agressive à l'égard des cultures et des autres adventices : c'est un véritable fléau pour l'agriculture tropicale. Mais elle a une faiblesse : elle ne supporte pas l'ombrage. L'idée de la maîtriser en exploitant ce défaut est appliquée au Brésil, sans lutte chimique qui revient trop cher et qui présente des risques de pollution : le semis direct de la culture, ici le cotonnier, dans un mulch permanent de sorgho, a ainsi été expérimenté avec succès.**

Le présent article décrit un système de culture permettant de maîtriser le cyperus (*Cyperus rotundus*), en application en culture cotonnière motorisée au Brésil. Sa mise au point est le fruit de la coopération entre le Cirad¹ et le groupe Maeda, premier producteur privé de coton du Brésil (figure 1), dont les travaux ont déjà fait l'objet de publications (SEGUY *et al.*, 1998 b, c).

Monoculture cotonnière : des difficultés croissantes

Le groupe Maeda cultive plus de 30 000 ha dont 20 000 en cotonnier, entre le nord de l'Etat de São Paulo et le sud de l'Etat de Goiás. Sa capacité industrielle est élevée : 330 t/jour de grasse, 200 t/mois de coton fil, 1 100 t/jour de coton graine égre-

né. Dans le nord de l'Etat de São Paulo, le cotonnier du groupe couvre 7 000 ha sur des sols rouges ferrallitiques dérivés de basalte. La production y est conduite en monoculture continue, avec brûlis des résidus de récolte et travail du sol aux outils à disques (*offset*). Pratiqué depuis plus de dix ans, ce système a fortement dégradé les sols : érosion éolienne et hydrique, compaction des sols, perte de fertilité physico-chimique et biologique, infestation progressive par les nématodes (*Meloidogyne* sp. et *Pratylenchus* sp. dominants) et par le cyperus (SEGUY *et al.*, 1998 b, c). Certaines des exploitations (*fazendas*) sont aujourd'hui entièrement envahies par le cyperus. Sa maîtrise durant le cycle du cotonnier est difficile : la conjugaison des herbicides rémanents au semis et des fréquents sarclages mécaniques permet, dans le meilleur des cas, de limiter les dégâts sur le rendement final. De plus, les outils utilisés pour la préparation du lit de semence et les sarclages favorisent sa multiplication et son transport de parcelle en parcelle.

Sur le plan économique, l'infestation rapide par le cyperus se traduit par l'augmentation croissante des coûts de production, une baisse progressive du rendement et des marges nettes. Ce système n'est plus rentable et doit être rapidement substitué par un système plus productif, stable, qui engage un risque économique minimum.

1. Cirad : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Montpellier, France).

L. SEGUY, S. BOUZINAC

Cirad-ca, CP 504, a/c Tasso de Castro
Agencia Central, 74001-970 Goiânia,
Goiás, Brésil - Fax : (55) 62 280 62 86

N. MAEDA, M. A. IDE

Maeda SA, Area Industrial S/N, Ituverava,
SP 94500-000, Brésil

A. TRENTINI

Cooperativa Cooperlucas, CP 31, Lucas do
Rio Verde, CEP 78455-000, Mato Grosso,
Brésil

Clichés : faits à Ituverava, Etat de São Paulo,
par L. SEGUY et S. BOUZINAC



Figure 1. Etats producteurs de coton et localisation du groupe Maeda au Brésil.

Recherche de solutions : rotation et plantes de couverture

Les travaux de recherche du Cirad et de Maeda ont consisté à mettre en place et à comparer une série de systèmes de culture en semis direct, dont l'objectif initial était de stopper l'érosion et de restaurer la fertilité des sols : il s'est révélé aussi qu'ils avaient une fonction de lutte contre les adventices. Après tests de diverses rotations et successions de culture, le type de rotation suivant a été retenu en raison de ses performances agro-économiques et de son impact sur la culture cotonnière (figure 2) (SEGUY *et al.*, 1998 b, c) :

- année 1, soja ou maïs + sorgho *Sorghum bicolor* race *guinea* (ou mil

Pennisetum typhoides) ;

- année 2, coton semé sur le mulch du sorgho précédent ;
- année 3, sorgho précoce semé sur le mulch résiduel du sorgho recouvert par les tiges des cotonniers broyées + coton semis tardif semé sur mulch du sorgho précoce.

Brachiaria ruziziensis peut également être associé, car son pouvoir allélopathique s'ajoute alors à celui du sorgho *guinea*, la plus efficace des plantes de couverture testées (LEON, 1976).

La maîtrise chimique du cyperus a été également testée dans le système conventionnel, en remplaçant la monoculture de cotonnier par la rotation cotonnier/soja + maïs et en employant la molécule sulfentrazone dans le soja, puis l'EPTC dans le maïs en succession, incorporé avant semis.

Ces expérimentations comparant les

systèmes de culture ont été conduites sur les parcelles des *fazendas*, dans leurs conditions d'exploitation réelles, à l'échelle de toposéquences représentatives. Le système conventionnel a servi de référence.

Les critères de comparaison des systèmes testés

Parmi les critères de comparaison retenus, les plus importants sont :

- le suivi, par comptage au mètre carré, de la levée du cyperus et des adventices dans les successions de culture en rotation avec le cotonnier, dans la culture du cotonnier entre le semis et la couverture totale du sol par la culture (vers 60 jours après semis), et à la récolte ;
- la vitesse de minéralisation des couvertures pendant le cycle du cotonnier ; elle caractérise la fonction alimentaire de la couverture végétale et, surtout, conditionne sa durée de protection efficace contre le cyperus ;
- la production de coton ;
- les coûts de production et la charge du calendrier cultural (capacité de travail des équipements, facilité d'exécution, flexibilité de réalisation).

Les résultats : maîtrise du cyperus par le semis direct sous mulch de sorgho

Le système le plus intéressant, offrant les meilleurs résultats techniques et économiques, combine le semis direct sur couverture permanente morte de sorgho *guinea* et la rotation triennale incluant deux années de cotonnier + sorgho et une année de soja + sorgho.

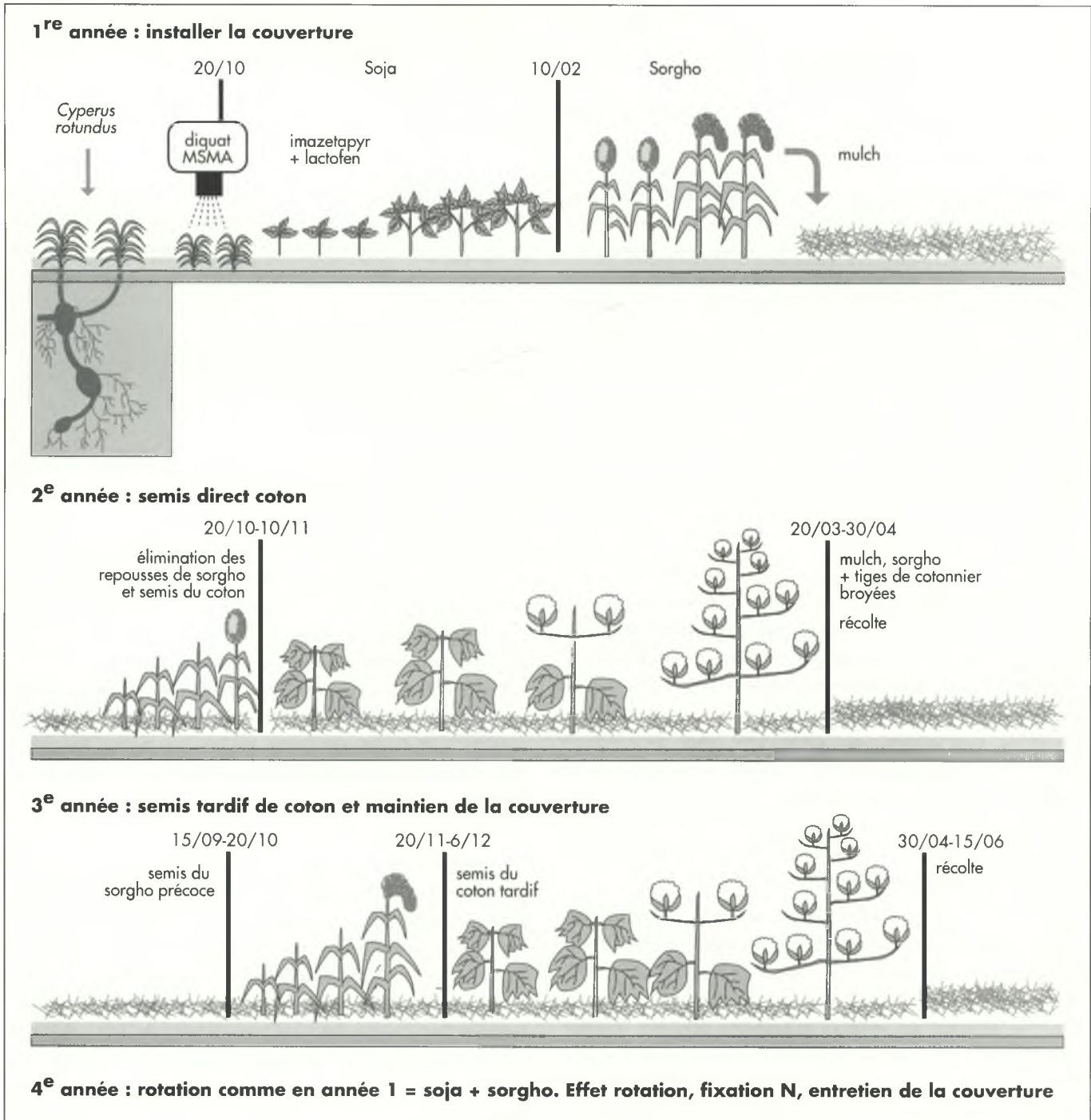


Figure 2. La maîtrise de *Cyperus rotundus* : calendrier d'implantation d'un système en semis direct sur une couverture végétale de sorgho.

Les effets de la couverture morte de sorgho

Une épaisse masse végétale protège le sol

Le sorgho, planté en succession de la culture commerciale, est desséché sur pied 8 à 10 jours avant de semer le cotonnier (glyphosate 540 g/ha + flumioxazine 40 g/ha), afin d'obtenir

une couverture morte dans laquelle est effectué le semis. Au début de la saison sèche, cette végétation aérienne varie entre 7 et 12 t/ha de matière sèche selon le type (le sorgho *guinea* est le plus productif, par rapport au *caudatum*). La production racinaire est supérieure à 5 t/ha sur les 50 premiers centimètres d'épaisseur de sol. A la levée du cotonnier, le mulch de sorgho a l'avantage de

minimiser les attaques du complexe fongique du sol responsable des fontes de semis (*Fusarium* sp., *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Aspergillus*, etc., SEGUY *et al.*, 1998 b, c), contrairement à d'autres couvertures végétales trop fermentescibles, comme le mil.

Le mulch de sorgho se maintient durant tout le cycle du cotonnier, même après sa récolte en saison

Cyperus rotundus : un fléau agricole présent dans le monde entier

Les mauvaises herbes causent des dégâts considérables aux cultures des régions tropicales et subtropicales. Parmi elles, *Cyperus rotundus*, particulièrement agressive, a une importance économique déterminante pour l'agriculture. Probablement originaire de l'Inde, elle est présente dans toutes les régions de climat tropical et subtropical et également en zones tempérées, comme le sud des Etats-Unis et de l'Europe (KISSMANN, 1991).

Le cyperus est quasiment inévitable sur les sols tropicaux à fortes potentialités : sols bruns volcaniques, sols ferrallitiques sur basalte, vertisols... Or ces sols sont souvent utilisés pour des cultures comme la canne à sucre, les espèces fruitières, le cotonnier, le soja, c'est-à-dire des productions à haute valeur ajoutée.

De nombreuses tentatives de contrôle chimique ont été effectuées au cours de ces vingt dernières années (herbicides totaux : glyphosate, sulfosate, glufosinate ammonium, imazapyr et, sur céréales, 2-4 D, bentazone, triclopyr, fluoxypyr, EPTC, etc.), mais toutes sont onéreuses (MARNOTTE, 1994). Elles pénalisent les coûts de production dans le cas des cultures annuelles mécanisées, ou elles sont tout simplement inaccessibles en petite agriculture manuelle. Les techniques de semis direct sur couvertures végétales mortes ou vivantes peuvent constituer des armes efficaces, au moindre coût (SEGUY *et al.*, 1996, 1998a ; MICHELLON et HUMEAU, 1993 ; MICHELLON et PERRET, 1996 ; CHARPENTIER *et al.*, 1999).

Au Brésil, le cyperus, connu sous le nom de *tiririca*, affecte diverses cultures de grand intérêt économique comme le maïs, le haricot, le soja, le cotonnier et la canne à sucre ; c'est certainement sur la canne à sucre que le problème est le plus aigu — environ un million d'hectares seraient infestés (KISSMANN, 1991). La compétition est très forte durant tout le cycle, mais elle s'exerce surtout en début de cycle et au cours des différentes phases de développement. Par l'exsudation de substances allélopathiques, le cyperus inhibe la germination des bourgeons et le tallage de la canne. En Argentine, des expérimentations conduites par CERRIZUELA, dès 1965, ont montré qu'au cours des infestations les plus sévères, la production de canne chutait de 75 %.

Le cyperus peut produire jusqu'à 40 t/ha de matière végétale, qui retire du sol, selon ROCHECOUSTE (cité par KISSMANN, 1991) l'équivalent de 815 kg/ha de sulfate d'ammoniaque, 320 kg/ha de chlorure de potasse et 200 kg/ha de superphosphate. Les substances allélopathiques² sont formées dans les tubercules et libérées intensément au cours de leur décomposition ; elles sont partiellement absorbées par les colloïdes du sol. L'effet allélopathique est de ce fait d'autant plus intense que la capacité d'absorption du sol est faible. Enfin, cette espèce sert souvent

d'hôte alternatif pour des champignons parasites du sol comme *Fusarium* sp. et pour diverses espèces de nématodes. Sa photosynthèse, effectuée en cycle C4, hautement efficient, la rend très compétitive.

Le cyperus ne supporte pas l'ombrage mais conserverait ses effets gênants à l'égard des autres plantes

En essais de plein champ, on a observé 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 la levée du cyperus. Il a été observé des effets inhibiteurs prolongés de la couverture de mucuna (*Stylobium atterimum*) et de la paille de canne à sucre sur sa germination. L'ombrage empêche sa levée, mais il semble conserver, par ses organes souterrains, ses effets gênants sur la germination des autres adventices. Cette fonction d'inhibition est très puissante, y compris sur des espèces envahissantes comme *Imperata cylindrica*, *Pteridium aquilinum*, *Melinis minutiflora*, *Brachiaria decumbens* (SEGUY et BOUZINAC, résultats expérimentaux non publiés ; LORENZI, 1984).

Le contrôle biologique du cyperus va donc utiliser ces deux caractéristiques. Il convient de lui maintenir cette propriété de suppression des autres adventices, c'est-à-dire de garder vivants ses organes souterrains : il reste alors la seule espèce à maîtriser, 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. Il faut dominer sa partie aérienne pour lui retirer sa force de compétition, en créant un ombrage permanent, le coût devant être le plus bas possible.

2. L'allélopathie (CAUSSANEL, 1975 ; DE RAISSAC *et al.*, 1998) correspond à l'ensemble des phénomènes qui sont dus à l'émission ou à la libération de substances organiques par divers organes végétaux, vivants ou morts, et qui s'expriment par l'inhibition ou la stimulation de la croissance des plantes se développant à leur voisinage ou leur succédant sur le même terrain. Les composés allélopathiques sont en majeure partie des métabolites secondaires de la plante émettrice : gaz toxiques (cyanure, ammoniac, éthylène...), acides organiques (citrique, oxalique, acétique...), composés aromatiques (acides phénoliques, coumarines, atcaloïdes, flavonoïdes, tannins...), terpénoïdes.

Tableau 1. Repousse du cyperus dans les systèmes de culture.

	Nombre de pieds/m ² *	
	cyperus	adventices
Système conventionnel (ligne de semis traitée avec alachlore + diuron)		
- au semis	200-600 et plus	0-2
- 30 jours après semis	Les sarclages couvrent la ligne de semis et les adventices	Les sarclages couvrent la ligne de semis et les adventices
- 60 jours après semis	Variable, 10 à plus de 100 MSMA + diuron (3 l/ha + 0,8 l/ha produits commerciaux)	Cyperus et autres adventices recouverts par la terre aux sarclages
Semis direct sur épaisse masse végétale de sorgho		
- au semis	0	0
- 30 jours après semis	1-2	0
- 60 jours après semis	1-3	0
	herbicides à jet dirigé : MSMA + diuron (3 l/ha + 0,8 l/ha produits commerciaux)	

* : moyenne de 10 échantillons de 10 m² par parcelle de 1 000 m².

Les autres adventices présentes sont : *Commelina*, *Acanthospermum*, *Euphorbia*, seulement sur les extrémités des parcelles où la couverture est moins épaisse et perturbée par les engins.

sèche : la couverture du sol est encore bien assurée (8,4 t/ha de matière sèche de sorgho à la récolte du cotonnier) et renforcée par le broyage des résidus des cotonniers (13,6 t/ha de matière sèche). Exceptées quelques reprises localisées, par taches, du cyperus, ce mulch en maîtrise bien la population (tableaux 1, 2) : les quelques pieds qui ont réussi à lever sont chétifs et jaunes. A l'inverse, sur semis direct sans couverture et sur le labour conventionnel en monoculture, la recolonisation par le cyperus est intense.

Mulch de sorgho et parties souterraines du cyperus : leurs effets se combinent contre les adventices

Lorsque le cyperus est placé sous ombrage, il ne pousse pas et se maintient vivant grâce à ses organes souterrains — racines, tubercules — dont les effets gênants sur les autres adventices sont très marqués. Dès que l'ombrage est supprimé, il repousse aussitôt, aussi dense que s'il n'avait pas été couvert. Nous avons observé qu'après trois années de couverture permanente du sol, c'est-à-dire depuis le début de notre

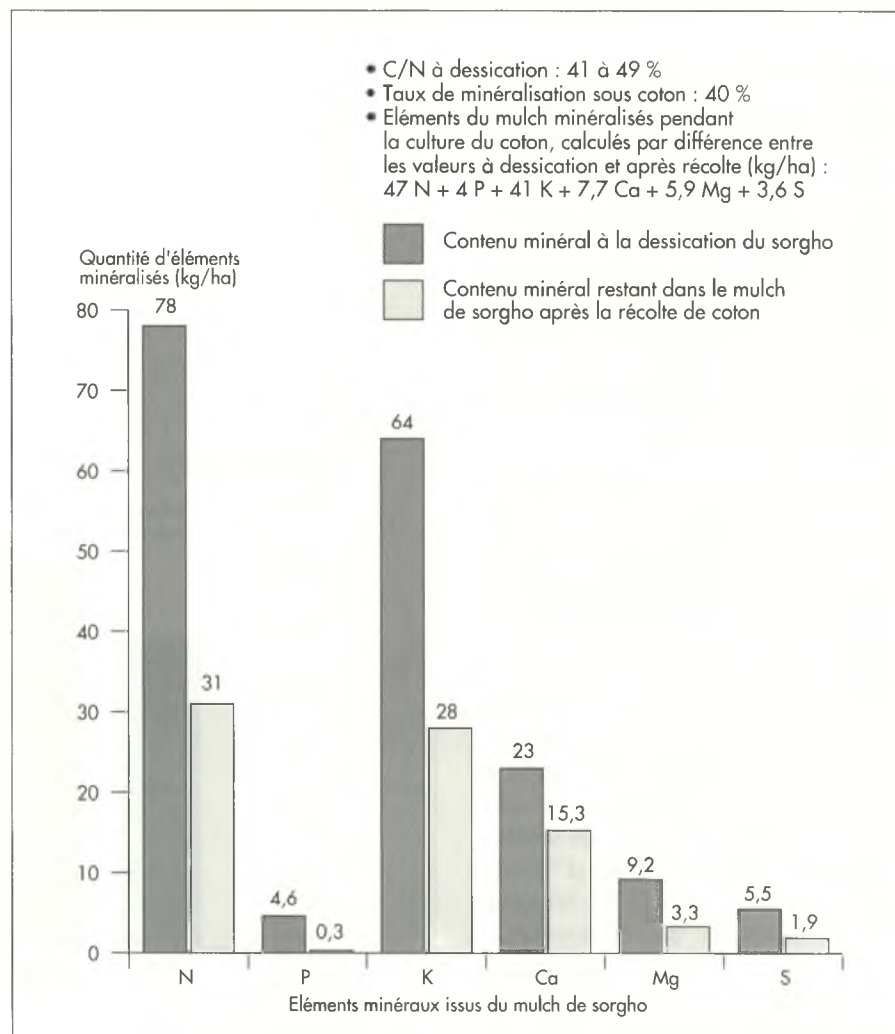


Figure 3. Minéralisation de la couverture végétale morte de sorgho guinea : contenu du mulch à sa dessiccation (avant le semis du cotonnier) et au moment de la récolte du coton.

Tableau 2. Evaluation des parcelles à la récolte du cotonnier (variété DP 90, Ituverava, 1998).

Semis direct, matière sèche restante de sorgho <i>guinea</i> (t/ha)	Nombre de pieds/m ² * de cyperus			Parcelles en système conventionnel (semis 20/11)
	Parcelle en semis direct semis 20/11, sur sorgho	semis 6/12 sur sorgho	semis 15/12 sur adventices	
7,26	3	21	27	21
8,87	6	41	314	191
9,68	3	6	179	89
6,18	53**	7	118	92
10,21	59**	3	190	85
7,80	32**	24	25	72
15,32	6	7	16	2
8,06	56**	0	53	75
5,11	29	6	206	90
5,91	0	48	91	11
Moyenne				
8,44	24,7	16,3	122	73,0
Coefficient de variation (%)				
34,6	98,1	102,7	80,7	74,4

* : moyenne de 10 échantillons de 2 m linéaires, tirés au hasard, dans l'interligne du cotonnier, à la récolte.

** : infestation par taches ; le cyperus sur labour profond est très développé et vert foncé ; il est chétif et jaune sur semis direct.

expérimentation, le cyperus repart aussi vigoureusement. Toutefois, la durée de l'effet de gêne allélopathique de ses organes souterrains est directement dépendante de sa capacité à survivre sous ombrage. Cela pose la question du temps de cette survie : la réponse mérite un travail de recherche spécifique aux systèmes de semis direct — pour lesquels le sol n'est plus travaillé et est couvert en permanence.

L'effet prolongé du mulch sorgho, à la fois contre le cyperus et contre les autres adventices, est permis par le maintien de l'ombrage de surface à cause de sa très lente décomposition (figure 3) ; on pense aussi qu'il y a une action conjuguée du pouvoir allélopathique du cyperus, maintenu dans le profil cultural par ses organes de réserve, et de celui du sorgho à partir des acides organiques de surface. L'épaisse couverture de sorgho permet de ne pas utiliser d'herbicides post-levée jusqu'à 45-50 jours après le semis du cotonnier³.

3. Il peut être prudent de prévoir un herbicide graminicide (fluazifop-P-butyl, haloxyfop-éthoxyéthyl, haloxyfop-R, fenoxaprop-P-éthyl, etc.) pour maîtriser des repousses de sorgho, possibles dans la culture cotonnière en début de cycle.

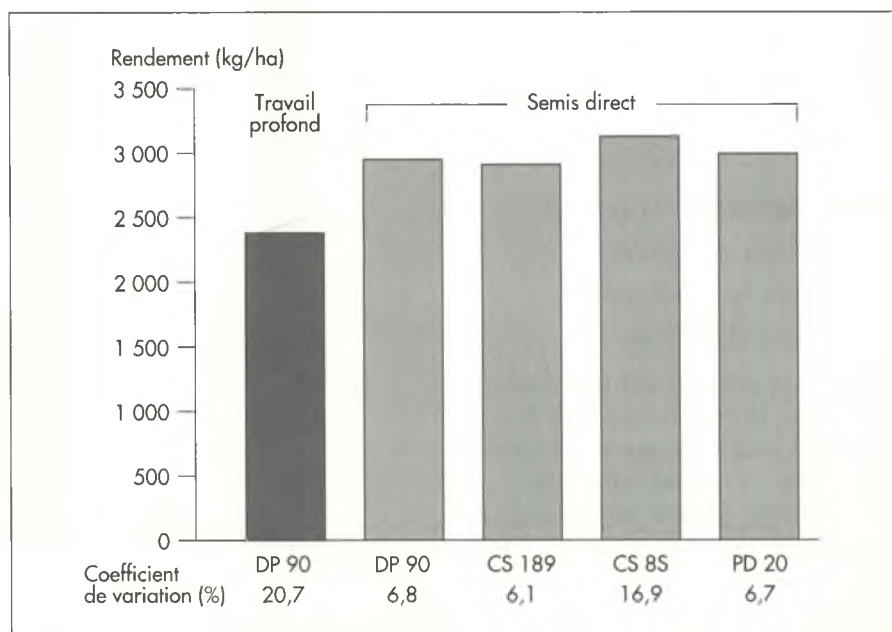


Figure 4. Production de différentes variétés de cotonnier sur des sols dégradés de bas de pente (semis tardif du 22-11-1997) : résultats obtenus en conditions d'exploitation réelles sur des parcelles de plus d'un hectare.

Tableau 4. Coûts d'un hectare de coton : comparaison entre le système conventionnel et le système en semis direct sur couverture permanente (1997). Prix du coton graine payé au producteur : 8,57 \$ US par balle de 15 kg.

Système conventionnel : monoculture coton, travail conventionnel aux *offsets*, fumure standard.

Système en semis direct 1 : 1 application herbicide en post-levée avec jet dirigé, 40-50 jours après semis de MSMA (3 l/ha de produit commercial) + diuron* (0,8 l/ha produit commercial) + fluazifop-P-butyl (1 l/ha produit commercial) appliqué avec l'insecticide (25-30 jours après semis).

Système en semis direct 2 : 2 applications herbicides en post-levée

– bentazone (0,6 l/ha produit commercial) + paraquat (1 l/ha produit commercial), 25 jours après semis, tunnel
– MSMA (3 l/ha produit commercial) + diuron (0,8 l/ha produit commercial), 40-50 jours après semis, jet dirigé + fluazifop-P-butyl (1 l/ha produit commercial) appliqué avec l'insecticide (25-30 jours après semis).

Opération	Unité (/ha)	Système conventionnel (témoin)		Systèmes en semis direct après la succession soja + sorgho							
		Quantité	Coût (\$/ha)	Système 1				Système 2			
				Fumure standard	Fumure minima	Fumure standard	Fumure minima	Fumure standard	Fumure minima		
Quantité	Coût	Quantité	Coût	Quantité	Coût	Quantité	Coût	Quantité	Coût		
Pré-semis											
Entretien terrasses	h	0,35	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Broyage résidus	h	0,35	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Travail sol	h	2,73	96,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Herbicide total + application	l	-	-	3	47,6	3	47,6	3	47,6	3	47,6
Azote	kg	20	-	20	30,1	20	30,1	20	30,1	20	30,1
Sous-total	\$		112,7		77,7		77,7		77,7		77,7
Semis											
Semences	kg	15,0	16,5	15,0	16,5	15,0	16,5	15,0	16,5	15,0	16,5
Herbicides	l	2,5	31,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Fumure 3 N-15 P-15 K	kg	330	83,8	330	83,8	100	25,4	330	83,8	100	25,4
Semis (op. + m-d'œ)	h	0,5	10,4	1,0	22,0	1,0	22,0	1,0	22,0	1,0	22,0
Sous-total	\$		141,7		122,3		63,9		122,3		63,9
Entretien de la culture											
Sarclage mécanisé	h	1,03	15,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarclages manuels	hom.j	1,5	12,3	1,0	8,8	1,0	8,8	1,0	8,8	1,0	8,8
Herbicides	applic.	2	75,2	3	71,8	3	71,8	4	107,2	4	107,2
Insecticides	applic.	8	163,4	8	163,4	8	163,4	8	163,4	8	163,4
Fumure couverture (18 N-0 P-20 N)	kg	250	82,9	250	82,9	250	82,9	250	82,9	250	82,9
Sous-total	\$		349,4		326,9		326,9		362,3		362
Récolte											
Mécanisée	t	2,5	206,6	3,2	264,5	2,8	231,4	3,2	264,5	2,8	231,4
Transport	t	2,5	25,8	3,2	33,0	2,8	28,9	3,2	33,0	2,8	28,9
Coûts fixes											
Administration indirecte	\$		84,9		84,9		84,9		84,9		84,9
Administration directe	\$		75,9		75,9		75,9		75,9		75,9
Coûts totaux	\$		997		985		889,5		1 020		925
Production coton **	t	2,5	1 428	3,2	1 828	2,8	1 600	3,2	1 828	2,81	1 600
Marge nette	\$		+ 431		+ 843		+ 710		+ 808		+ 675

Notes

- Diuron* : dans tous les cas, il s'agit d'une formulation liquide à 500 g/l.
- Herbicides en système conventionnel. Herbicide en post-semis : trifluraline (2,5 l/ha de produit commercial) ; herbicide de pré-levée sur toute la surface : mélange alachlore + diuron (1,8l/ha + 1,8 l/ha de produits commerciaux).
- Herbicide en semis direct. Herbicide de pré-levée appliqué seulement sur la ligne du semis (30 % de la surface) : mélange acetochlor + diuron (1,8 l/ha + 1,6 l/ha de produits commerciaux).
- La fumure standard est celle employée actuellement par le projet Maeda ; elle comprend 20 kg/ha d'azote en pré-semis, 330 kg/ha 3 N - 15 P - 15 K au semis et 250 kg/ha de 18 N - 20 K en cours de culture. La fumure minimum correspond à un niveau faible de P, Ca, Mg et oligo-éléments (20 N, 100 kg/ha 3 N - 15 P - 15 K, 250 kg/ha 18 N - 20 K) car les sols ont été corrigés bien au delà des nécessités des cultures.
- Production coton** : ces chiffres sont aujourd'hui reproductibles avec les itinéraires techniques disponibles : ce sont les résultats de la recherche Cirad-Maeda en conditions d'exploitation réelles.

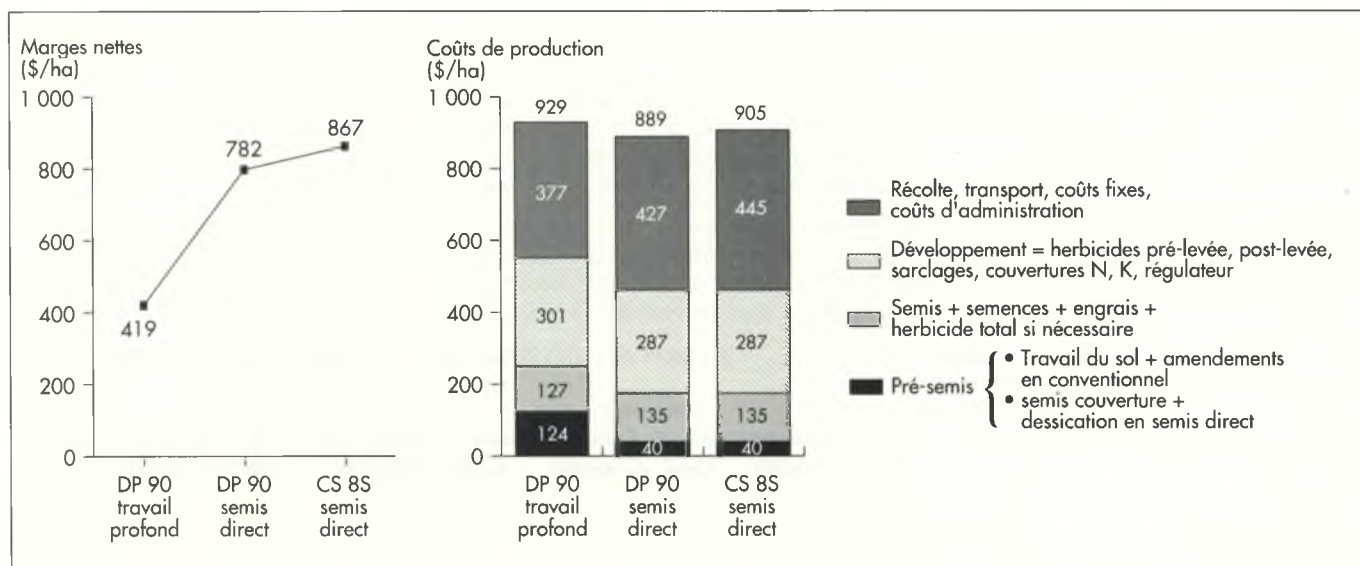


Figure 5. Coûts de production et marges nettes comparés obtenus en grande culture (système conventionnel et semis direct, deux variétés de cotonnier, sols dégradés de bas de pente, Ituverava, 1997-1998).

Cependant, la ligne de semis peut être polluée par quelques adventices, car le semoir de semis direct, en ouvrant un léger sillon, découvre le sol et favorise leur repousse : il s'agit notamment du cyperus et des rares adventices pour lesquelles son effet gênant semble peu marqué (*Euphorbia heterophylla*, *Commelina benghalensis*) ; un traitement herbicide léger à jet dirigé (MSMA + diuron à dose faible)⁴ est suffisant.

En conclusion, le contrôle biologique par les couvertures végétales crée un équilibre avec le cyperus, sans l'éradiquer, en utilisant ses effets positifs (recharge en carbone du profil cultural grâce à son système souterrain maintenu, pouvoir allélopathique sur les adventices) et en neutralisant ses effets de compétition les plus négatifs (eau, nutriments). Ces observations, faites sur plusieurs années, demanderaient cependant à être approfondies pour comprendre les processus allélopathiques et pour mesurer leur efficacité à long terme dans un système de semis direct ancien.

4. Le lactofen seul peut remplacer cette association s'il n'y a que des dicotylédones, ou il peut se substituer au diuron s'il y a un mélange de graminées et de dicotylédones.

Echec de la maîtrise chimique

La tentative de contrôle chimique total du cyperus, par l'application successive de sulfentrazone sur soja et EPTC sur maïs dans la succession annuelle qui précède le cotonnier, est un échec. La rémanence de sulfentrazone s'exerce encore un an après son application, provoquant un effet phytotoxique prolongé sur le cotonnier (perte de 21 % par rapport au témoin conventionnel et de 35 % par rapport au semis direct sur sorgho). Malgré ce traitement, le cyperus repart dans le cotonnier l'année suivante.

Rendements et coûts de la culture cotonnière

Les résultats (tableau 3, figure 4) montrent la supériorité du semis direct sur le travail conventionnel, avec des 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 (SEGUY *et al.*, 1998 b, c).

Sur le plan économique, (tableau 4, figure 5), le système de semis direct est supérieur au système conventionnel : en plus des gains de rendements, les coûts de production sont inférieurs de 3 à 10 % et voisins de 900 US \$/ha. Le semis direct du

Tableau 3. Rendement du cotonnier sur sol de sommet de pente (variété DP 90, Ituverava, 1998).

Système de culture	Rendement (kg/ha)	Coefficient de variation (%)
•Système conventionnel	2 047	8,6
•Traitement chimique* du cyperus dans la succession soja + maïs, avant coton en semis direct	1 627	15,4
•Semis direct de coton sur mulch après succession soja + sorgho	2 505	6,2

* : phytotoxicité très élevée du sulfentrazone sur cotonnier un an après son application sur soja, le cotonnier se développe très lentement et produit peu. Dans tous les cas, de fortes attaques de bactériose en fin de cycle ont réduit la production de 30 à 40 %.

cotonnier sur mulch de sorgho peut offrir des marges nettes comprises entre 670 et plus de 840 US \$/ha, avec des prix favorables payés au producteur, soit une augmentation de 47 à 95 % par rapport aux marges du système conventionnel en monoculture. L'analyse détaillée des coûts de production montre que ceux des opérations culturales en semis direct sont inférieurs de 17 % aux coûts du système conventionnel, traduisant des économies significatives en facteurs de production : temps de machine, herbicides, sarclage. Les marges nettes sont pratiquement le double de celles du système conventionnel, quels que soient le niveau de fumure et l'emplacement des parcelles sur la toposéquence.

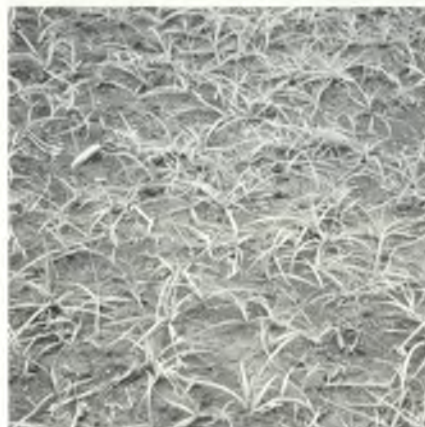
Le semis direct du cotonnier étant plus aisé à réaliser que le système conventionnel, le nombre d'opérations est significativement réduit, surtout avant le semis pour la lutte contre les adventices.

Conclusion : des perspectives à élargir pour d'autres adventices

Le semis direct sous une couverture végétale permanente de sorgho permet le contrôle biologique des adventices, dont *Cyperus rotundus*, en combinant les effets de mulch de sorgho et les effets probables du cyperus, maintenu latent dans le sol. Cette technique pourrait être adaptée à d'autres espèces, également précieuses pour le maintien de la fertilité des sols, telles que *Chromolaena odorata*, *Imperata cylindrica*, *Cynodon sp.*, au moindre coût, en se servant de leurs qualités (pouvoir allélopathique suppressif vis-à-vis des autres adventices, recharge en carbone du profil cultural) et en neutralisant leur effet de compétition sur les cultures.



Très fort enherbement des cultures, au premier plan, en système conventionnel mécanisé (engins à disques et monoculture de coton).



Infestation immédiate de *Cyperus rotundus* juste après le passage du pulvérisateur à disques, avant le semis du coton.

Demi-plan gauche : *Cyperus rotundus* contrôlé en semis direct sur couverture de sorgho guinea. Demi-plan droit : *Cyperus rotundus* sur bande préparée aux disques.





Cotonnier en système conventionnel totalement envahi par *Cyperus rotundus*.



Cotonnier étouffé par *Cyperus rotundus* en système conventionnel (parcelle perdue).



Cyperus rotundus totalement contrôlé par le mulch de sorgho guinea.



Belle culture cotonnière, 90 jours après semis direct sur couverture de sorgho guinea sur une parcelle à l'origine très infestée de *Cyperus rotundus* (rendement en coton graine de 3 t/ha).



Cotonnier de semis direct à la récolte.

Bibliographie

CAUSSANEL J.-P., 1975. Phénomène de concurrence par l'allélopathie entre adventices et plantes cultivées. COLU-MA- EWRC. Cycle international de perfectionnement en malherbologie, 7 p.

CHARPENTIER H., DOUMBIA S., COULIBALY Z., ZANA O., 1999. Fixation de l'agriculture au nord et au centre de la Côte d'Ivoire : quels nouveaux systèmes de culture? Agriculture et développement 21:3-70.

DE RAISSAC M., MARNOTTE P., ALPHONSE S., 1998. Interactions entre plantes de couverture, mauvaises herbes et cultures : quelle est l'importance de l'allélopathie? Agriculture et développement 17 : 40-50.

KISSMAN K.G., 1991. Plantas infestantes e novicas. BASF Brasileira SA, São Paulo, Brésil, tome 1 : 167-173.

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.

LORENZI H., 1984. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In Plantio direto no Brasil. Fundação CARGILL, Campinas (SP), Brésil, p. 13-46.

MARNOTTE P., 1994. La lutte contre *Cyperus rotundus* (fiche technique mauvaise herbe). Agriculture et développement 1 : 57-58.

MICHELLON R., HUMEAU L., 1993. Etude des effets allélopathiques du kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) sur la tomate et deux plantes adventices : *Cyperus rotundus* et *Bidens pilosa*. Cirad-ca, Montpellier, France.

MICHELLON R., PERRET S., 1996. Conception de systèmes agricoles durables avec couverture herbacée permanente pour les Hauts de la Réunion. In actes du symposium international Recherches-système en agriculture et développement rural, SEBILLOTE M. (éditeur), communication 1 008 p. + supplément 48 p., cédérom,

Montpellier, France, 21-25 novembre 1994. Cirad, Montpellier, France, p. 507-508.

SEGUY L., BOUZINAC S., TRENTINI A., CORTES N.A., 1996. L'agriculture brésilienne des fronts pionniers. Agriculture et développement 12 : 2-61.

SEGUY L., BOUZINAC S., TRENTINI A., CORTES N.A., 1998a. Brazilian frontier agriculture. Agriculture et développement, Special issue, p. 2-61.

SEGUY L., BOUZINAC S., TRENTINI A., CORTES N.A., 1998b. Large scale mechanised direct drilling of cotton in Brazil. Semis direct du cotonnier en grande culture motorisée au Brésil. Perforación directa macanizada en gran escala para el cultivo del algodón en Brazil. The ICAC Recorder (16) 1: 11-17, 29-36, 48-54.

SEGUY L., BOUZINAC S., TRENTINI A., CORTES N.A., 1998c. Brésil : semis direct du cotonnier en grande culture motorisée. Agriculture et développement 17 : 3-23.

Résumé...Abstract...Resumen

L. SEGUY, S. BOUZINAC, N. MAEDA, M. A. IDE, A. TRENTINI — **La maîtrise de *Cyperus rotundus* par le semis direct en culture cotonnière au Brésil.**

Les mauvaises herbes causent des dégâts très importants aux cultures dans les pays tropicaux. *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 cotonnier et le soja. Son contrôle chimique est cher, pas toujours satisfaisant sur le plan technique et il pose des problèmes de succession culturale. La technique du semis direct sur couverture végétale permanente permet de maîtriser efficacement cyperus, au moindre coût, sans l'éradiquer, grâce aux effets d'ombrage et allélopathiques. De tels systèmes ont été créés par le Cirad et le groupe Maeda dans le nord de l'Etat de São Paulo, en culture cotonnière sur couverture morte de sorgho *guinea*. Les rendements en coton graine varient entre 2 500 à plus de 3 000 kg/ha, avec des coûts de production voisins de 900 US \$/ha, des marges nettes de 600 à plus de 800 US \$/ha. Cette expérience montre que les systèmes de semis direct offrent des perspectives intéressantes de maîtrise des mauvaises herbes.

Mots-clés : mauvaise herbe, *Cyperus rotundus*, ombrage, allélopathie, cotonnier, semis direct, plante de couverture, sorgho *guinea*, Brésil.

L. SEGUY, S. BOUZINAC, N. MAEDA, M.A. IDE, A. TRENTINI — **Controlling *Cyperus rotundus* by direct seeding in cotton crops in Brazil.**

Weeds cause considerable crop damage in tropical countries. *Cyperus rotundus* is one of the most widespread species, and is commonly found on high-potential fertile soils, in sugarcane, fruit, cotton and soybean crops. Chemical control is costly, not always technically satisfactory, and poses problems for subsequent crops. Direct seeding on a permanent plant cover is an effective way of controlling *Cyperus* more cheaply, without completely eradicating it, due to shading and allelopathic effects. Such systems were set up by CIRAD and the Maeda group in northern São Paulo state, in cotton crops with a dead *guinea* sorghum cover. Seed cotton yields varied from 2 500 to over 3 000 kg/ha, with production costs of around \$900/ha and nett margins of \$600 to over \$800/ha. This trial demonstrated the merits of direct seeding as a weed control method.

Keywords: weed, *Cyperus rotundus*, shading, allelopathy, cotton, direct seeding, cover plant, *guinea* sorghum, Brazil.

L. SEGUY, S. BOUZINAC, N. MAEDA, M.A. IDE, A. TRENTINI — **El dominio de *Cyperus rotundus* mediante siembra directa en cultivo algodónero en Brasil.**

Los malazas perjudican muchísimo los cultivos en los países tropicales. *Cyperus rotundus* es una de las especies infestantes más esparcidas, acostumbrada de los suelos fértiles con fuertes potencialidades, en la caña de azúcar, los cultivos frutales, el algodón y el soja. Controlarla químicamente resulta caro, no siempre satisfactorio a nivel técnico, y plantea problemas de sucesión de cultivo. La técnica de la siembra directa en coberturas vegetales permanentes permite dominar eficazmente el cyperus, a menor costo, sin erradicarlo, gracias a los efectos de sombrero y alelopáticos. Semejantes sistemas fueron creados por el Cirad y el grupo Maeda en el norte del estado de São Paulo, sobre cultivo de algodón en cobertura muerta de sorgho *guinea*. Los rendimientos de algodón semilla varían de 2500 a más de 3000 kg/ha, con costos de producción próximos de 900 \$/ha, márgenes netos de 600 a más de 800 \$/ha. Esta experiencia muestra que los sistemas de siembra directa brindan perspectivas interesantes de dominio de las malezas.

Palabras-claves: maleza, *Cyperus rotundus*, sombrero, alelopatía, algodónero, siembra directa, planta de cobertura, sorgho *guinea*, Brasil.