

# L'aménagement des unités de paysage dans le nord de la Côte d'Ivoire

Dans le nord de la Côte d'Ivoire, comme à Tcholélevogo, les unités de paysage, sur sols granitiques ou schisteux, s'organisent de la façon suivante :

- un plateau relativement plat généralement cuirassé ;
- un glacis de 2 à 6 % de déclivité réservé aux cultures ;
- en bas de pente, une frange sableuse peu fertile toujours exondée, où les plantes pérennes peuvent profiter de la présence de la nappe phréatique en saison sèche.

L'aménagement d'ensemble de ces unités implique, dans l'objectif d'une agriculture durable, leur protection intégrée contre l'érosion, les feux de brousse et la divagation des animaux sédentaires ou transhumants. L'objectif est la création d'un véritable bocage, dont les rôles de régulation climatique et de préservation de la biodiversité sont primordiaux. Les résidus de récolte ne sont plus exportés et contribuent au maintien du bilan organique et minéral des sols ; le bois pour la cuisson des aliments est disponible à proximité des villages ; la gestion d'aires de pâturage pour le troupeau villageois peut être envisagée. C'est ce qui a été mis en place sur le terroir de Tcholélevogo, en appliquant les propositions décrites ci-après.

## Les aménagements antiérosifs

Les cordons antiérosifs sont confectionnés suivant les courbes de niveau sur la totalité du glacis, pour une absorption totale de l'eau. Le tracé topographique peut être effectué très facilement par les agriculteurs avec des techniques simples, comme celle du niveau à eau vulgarisé avec succès par la Cidt.

A la rupture de pente entre le plateau et le glacis, l'installation d'un cordon de garde assez conséquent, planté de *Ziziphus mucronata* en deux lignes en quinconce espacées de 1 m sur de gros billons, a deux avantages :

- maintenir l'eau qui ruisselle du plateau cuirassé ;
- bloquer le passage des animaux sur le glacis réservé aux cultures.

On retrouve un cordon identique à l'aval de la toposéquence, qui peut aussi empêcher le débordement de l'eau du bas-fond sur la partie exondée en cas d'inondation exceptionnelle.

Les cordons antiérosifs peuvent être confectionnés manuellement, par des allers-retours de charrue en culture attelée, ou, plus rapidement,



avec des moyens lourds. Deux passages de billonneuse tirée par un tracteur, matériel facilement disponible dans cette région, permet un excellent aménagement à un coût assez modeste (environ 7 000 FCFA/km de cordon avant dévaluation).



*Gmelina arborea* est un arbre qui peut être planté en plusieurs lignes comme pare-feux, ou en haies vives, qui peuvent servir de support de barbelés.  
Tcholélévogo.

Le dénivelé entre deux cordons est fonction de la pente, du sol et de la dimension des ados. Un mètre de dénivelé pour les glacis de 3 à 4 % de déclivité, cas le plus fréquent, donne des parcelles d'environ 30 m de large, bien dimensionnées pour la culture attelée.

## Les plantations d'espèces pérennes sur la toposéquence

### Consolidation des cordons

Pour consolider durablement les cordons antiérosifs et les maintenir propres, la solution la plus efficace consiste à installer des espèces pérennes en plantations serrées.

Une légumineuse arbustive, *Cajanus cajan* (pois d'Angole)

Le semis du *C. cajan* est facile, en poquets de trois graines espacées de 50 cm. Les semences sont dispo-

nibles en grande quantité dès la première année. Cette légumineuse doit être réinstallée tous les trois ans à cause des dégâts causés par les termites. Elle fournit un appoint intéressant pour l'alimentation du bétail en saison sèche, en particulier pour les variétés à fructification tardive (2 t de matière verte par km de cordon).

Une graminée fourragère, *bana grass*

*Bana grass* est un croisement entre deux *Pennisetum* : *P. purpureum* Schumach. et *P. glaucum* (L.) R.Br. Au nord de la Côte d'Ivoire, elle ne fructifie pas, ce qui évite les pollutions des parcelles cultivées par les graines. Son installation se fait par boutures espacées de 1 m. Cette graminée, très appréciée par les animaux, peut être pâturée sur place ou utilisée comme fourrage en saison sèche.

Trois espèces arborées rustiques à croissance rapide : *Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium*, *Cassia siamea*

Après deux mois en pépinière, les plants sont installés tous les mètres sur les cordons. La dormance des semences doit être levée avant le semis en pépinière par un passage à l'acide sulfurique concentré (*Cassia siamea*, 10 minutes, *Acacia auriculiformis*, 7 et *Acacia mangium*, 5). Les distances entre cordons ne doivent pas être trop faibles, supérieures à 30 m. Dès la quatrième année, ces arbres sont rabattus pour éviter leur compétition vis-à-vis des cultures. Ils offrent alors un combustible pour la cuisson des aliments (qui devient rare près des villages dans les zones à forte densité de population).

### Plateau et secteurs cuirassés du glacis

Les arbres en place doivent être conservés et complétés par d'autres espèces, comme les manguiers, les goyaviers, les anacardiens, qui fournissent une source de revenu supplé-

mentaire. Les premières années, pour limiter le ruissellement et le salissement de ces secteurs, une plante de couverture comme *Stylosanthes hamata*, bien adaptée à ces conditions difficiles, peut être installée (semis à la volée à 6 kg/ha).

### Bas de pente

La présence de la nappe phréatique permet des plantations d'agrumes, de bananiers, de papayers. Une couverture du sol par *Stylosanthes guianensis* (variétés CIAT 136 et CIAT 184 résistantes à l'antracnose) évite le salissement sous les plantations. Le semis de cette légumineuse est effectué à la volée (6 kg/ha), après le trempage des semences à l'acide sulfurique concentré durant 5 minutes.

### La conception des aménagements dépend de la situation de départ

La situation la plus délicate est celle d'une toposéquence déjà entièrement cultivée. L'aménagement recoupe en effet l'ancien parcellaire, ce qui peut poser des problèmes entre agriculteurs. De plus, il est difficile de confectionner les cordons en début de saison des pluies sans gêner le calendrier d'installation des cultures. Il est donc toujours préférable, quand cela est possible, de concevoir l'aménagement des unités avant leur mise en valeur. Le calendrier des travaux peut alors être programmé dans le but de réduire au maximum les contraintes liées à cet aménagement.

Une solution consiste à ne cultiver la première année qu'une bande sur deux, pour limiter les risques d'érosion avant que les ados ne soient parfaitement stabilisés. Les travaux d'aménagement sont alors exécutés sans problème en saison des pluies, en dehors des périodes de mise en place des cultures, c'est-à-dire aux

premières pluies d'avril et après les semis.

Quand la longueur des glacis est importante, on peut aussi prévoir quelques bandes à intervalles réguliers le long de la pente où les arbres existants sont laissés en place et complantés avec des fruitiers (manguiers, goyaviers, anacardiens...) et *Stylosanthes guianensis*.

## Calendrier conseillé pour l'aménagement d'une toposéquence couverte par une savane arbustive

Durant la saison sèche précédant l'aménagement

Brûlis de la savane.

Matérialisation des courbes de niveau par des piquets, en utilisant le niveau à eau.

Elimination des ligneux indésirables sur les parcelles destinées aux cultures la première année.

Mise en place des pépinières d'arbres et d'épineux près d'un point d'eau.

### Dès les premières pluies d'avril

Confection d'un maximum de cordons antiérosifs en commençant par l'amont de la toposéquence et le cordon de garde.

### A l'installation de la saison des pluies en mai

Renforcement si nécessaire des cordons existants par un aller-retour de charrue en culture attelée et semis



Les haies vives de l'épineux *Ziziphus mucronata* (à droite) ferment les pâturages à *Stylosanthes hamata* ou protègent les blocs de culture. Tcholélevogo.



Les lignes de *Gmelina arborea* peuvent être rabattues pour former des barrières. Mais cette technique a l'inconvénient de propager très facilement le feu. Tcholélevogo.



de *Cajanus cajan* ou bouturage de *bana grass*.

Installation des cultures avec les itinéraires les moins érosifs : billonnage, semis sur labour, zéro labour...

### Après le semis des cultures

Confection des derniers cordons et des billons périphériques.

Plantation des arbres et épineux ; pour les fruitiers, faire un trou plus important et mélanger de la poudrette de parc à la terre.

### Après l'installation des cultures, à une époque peu chargée en travail (15 juillet au 15 août)

Labour à l'intérieur des plantations d'arbres et semis à la volée de *Stylosanthes hamata* et *S. guianensis*, recouvert par un passage rapide de herse. Pour éviter un développement trop important de la végétation avant le labour (andropogonées), pulvériser 360 g/ha de glyphosate (+ surfactant) avant de planter les arbres.

Traitements herbicides sur les cordons jusqu'à la saison sèche :

- en plein avec un graminicide (flua-zifop-P-butyl par exemple) ;
- en jet dirigé aux pieds des arbres et arbustes avec un désherbant total (paraquat).

Pour chacun de ces produits, un litre suffit pour entretenir à chaque passage 10 km de cordon.

### La deuxième année, l'ensemble du glacis peut être mis en culture

L'aménagement existant ne suppose pratiquement plus d'autres interventions.

## Les pare-feux

La protection durable contre les feux de brousse peut être assurée par des plantations d'arbres rustiques à la périphérie des unités :

- 2 rangées d'anacardiés (6 m x 6 m) résistants au feu, dont le rôle est de briser la vitesse du feu ;
- 4 à 6 rangées de *Gmelina arborea* installées en *stumps* (boutures) de 3 m x 3 m, qui maintiennent le sol propre dès la quatrième année après plantation et empêchent la propagation du feu.

## Les haies vives

La clôture la plus efficace est constituée de *Ziziphus mucronata*. Cet épineux, très buissonnant, ferme totalement les unités dès la troisième année après plantation. Après deux mois en pépinière, les plants sont installés tous les mètres sur un billon. La dormance des semences de *Z. mucronata* doit être levée avant le semis en pépinière par un passage de 15 minutes à l'acide sulfurique concentré.

## Les espèces d'arbres et d'arbustes qui ont le mieux réussi dans l'aménagement

Les arbres et arbustes cités précédemment sont ceux qui se sont le mieux adaptés aux conditions de plantation et de suivi du dispositif de Tcholélevogo. Vingt-deux espèces ligneuses ont été mises en place avec des avantages ou des inconvénients non négligeables ; certaines ont résisté à toutes les agressions — espèces dites rustiques — et d'autres ont très vite été éliminées du paysage (tableau 1).

Tableau 1. Arbres, arbustes et épineux installés à Tcholélevogo : capacité d'adaptation, avantages, inconvénients. Les espèces dénommées rustiques poussent sur les mauvais sols, supportent la sécheresse et le passage des animaux.

Espèce	T*	Avantages	Inconvénients	Conditions particulières
<b>Arbres et arbustes</b>				
<i>Acacia auriculiformis</i> , <i>A. mangium</i> , <i>Cassia siamea</i>	7 5 10	Trois espèces à croissance rapide, résistantes au feu, rustiques		1 plant/m sur cordon (plantation serrée) ; fixent les cordons et empêchent le salissement (concurrence, ombrage) ; rabattre en 4 <sup>e</sup> année (bois de chauffe)
<i>Gmelina arborea</i>	0	Rustique	Résistance moyenne au feu	Piquets vivants pour barbelés ; pare-feu derrière anacardiens ; rabattu pour former une barrière : ne résiste pas au feu
<i>Azadirachta indica</i>	-		Pousse mal sur sol peu épais (cuirasse) ; sensible au feu	
<i>Acacia holosericea</i> , <i>A. crassicaarpa</i>	- -		Maladies (pas de survivants au bout de 2 ans)	
<i>Calliandra callothyrus</i>	-		Sensible au feu	
<i>Gliciridia sepium</i>	-		Sensible au feu	Alimentation des animaux en saison sèche
<i>Anacardium occidentale</i>	0	Rustique, résistant au feu	Croissance lente	Fixation du plateau cuirassé Pare-feu
<i>Cajanus cajan</i>	0	Rustique	Sensible au feu ; longévité ≤ 3 ans (cause : termites)	Sur cordon, 1 poquet/0,5 m ; alimentation des animaux en saison sèche ; pas de salissement des cordons
<i>Sesbania formosa</i> , <i>Albizia lebbek</i>	- -		Sensibles au feu ; moins rustiques que <i>C. cajan</i>	
<b>Les épineux</b>				
<i>Parkinsonia aculeata</i>	-		Très sensible au feu (pas de reprise ensuite) ; peu buissonnant	
<i>Ziziphus mucronata</i>	15	Meilleure espèce rencontrée : buissonnant, résistant au feu, rustique		
<i>Ziziphus mauritiana</i>	-		Moins rustique et moins buissonnant que <i>Z. mucronata</i> Résistance moyenne au feu	
<i>Bauhinia rufescens</i>	5	Rustique ; résistant au feu	moins buissonnant que <i>Z. mucronata</i>	Plantation plus serrée (0,5 m) que <i>Z. mucronata</i>
<i>Acacia nilotica</i> , <i>Erythrina senegalensis</i>	- -		Très sensibles au feu (pas de reprise ensuite)	

T\* (minutes) : temps de trempage de la semence dans l'acide sulfurique concentré.

- : non renseigné.

# Nord et centre de la Côte d'Ivoire : jachère améliorée, semis direct et plantes de couverture

**En zone centre, l'agriculture itinérante a des contraintes lourdes, comme la pénibilité du défrichage et l'éloignement des parcelles (plusieurs kilomètres), avec, pour conséquence, la destruction de la savane arbustive et des massifs forestiers. Pour être acceptées par les paysans, les propositions techniques ne doivent pas être plus exigeantes que le système traditionnel en temps de travail, elles doivent utiliser le minimum d'intrants et limiter les déplacements. L'alternance de jachères améliorées et de cultures en semis direct sur mulch répond à ces critères. En zone nord, où le cotonnier domine, les jachères longues (plus de 10 ans) ne peuvent plus être pratiquées. Les systèmes de culture améliorés, présentés dans le dossier précédent, ne suffisent pas à préserver la fertilité à long terme sans apport élevé d'intrants ou de matière organique. Les techniques de semis direct sur plantes de couverture sont une solution pour le maintien de la fertilité et pour la lutte contre l'érosion. Elles facilitent aussi la gestion du calendrier cultural et sont économes en intrants. Certains résultats observés sur les sites expérimentaux de Tcholélevogo au nord et de Brobo dans le centre sont aujourd'hui vulgarisables.**

**L**a zone des savanes de Côte d'Ivoire comprend deux domaines climatiques liés à des modes de production spécifiques (figures I.1 et III.1). La sécurité climatique du nord durant les six mois de saison des pluies a permis le développement d'une agriculture relativement fixée, avec des systèmes de culture fondés sur le cotonnier, en traction animale et avec l'emploi d'intrants ; le double obstacle est l'impossibilité de garder des jachères assez longues pour restaurer la fertilité des sols et la difficulté de proposer des solutions agronomiques économes, comme on l'a vu dans l'article précédent. Au contraire, dans le centre, l'agriculture manuelle itinérante est généralisée ; la saison des pluies de neuf mois, pour une pluviométrie équivalente à celle de la zone nord, n'offre aucune stabilité économique à la sédentarisation des exploitations et à la pratique d'une agriculture classique avec intrants (THURIET, 1992). Les cultures habituelles sont peu sensibles aux stress hydriques, comme l'igname et le manioc, installées en ouverture de jachère et suivies, la deuxième année, par du maïs ou de l'arachide ; la durée d'occupation du sol excède rarement trois ans, à cause de l'envahissement par les mauvaises herbes (DOUMBIA, 1988). Plus encore que pour la zone nord, la disparition des massifs forestiers est inéluctable si aucune solution, capable de se substituer au système traditionnel, n'est proposée à court terme aux agriculteurs de cette région.

## Les objectifs d'amélioration pour les deux zones

Les problématiques de la zone nord et de la zone centre sont différentes bien qu'elles concourent au même but : faire vivre les populations rurales dans un espace limité, en alternant une partie du terroir en cultures et une autre en jachère améliorée de durée la plus courte possible. Dans tous les cas, il faut des systèmes rentables, durables et peu coûteux en intrants.



Tcholélévogo.

### Zone nord

Les solutions applicables découlent des trois constats suivants :

- les propositions d'amélioration décrites dans le dossier précédent ne permettent de fixer l'agriculture qu'avec, à long terme, une augmentation des intrants. Effectivement, la culture continue à fort niveau d'intrants n'est ni accessible à tous les agriculteurs ni forcément rentable à long terme ;
- la jachère de longue durée, qui représentait le système stable traditionnel, ne peut plus être pratiquée ;
- la production de fumier et d'autres matières organiques élaborées reste très inférieure aux quantités

nécessaires compte tenu des surfaces actuellement cultivées.

De plus, dans tous les cas, les terroirs sont traditionnellement délimités : les villageois sont finalement dans l'obligation de gérer un espace fini (hormis les jeunes qui partent vers le sud de la Côte d'Ivoire pour cultiver l'igname).

Dans ce cadre, comment restaurer et maintenir la fertilité au moindre coût ? Le but est d'obtenir un système stable, c'est-à-dire dont la production est régulière dans le temps malgré les aléas économiques et climatiques. Dans une majorité de terroirs, excepté dans la zone dense

autour de Korhogo, les agriculteurs peuvent encore faire des jachères, mais leur durée est de plus en plus courte (moins de 3-4 ans) : elles ne suffisent donc plus à la restauration de la fertilité (il faut au moins dix ans pour ces types de sol). La situation actuelle permettant un système de parcelles tournantes avec ces jachères courtes, il est tout à fait possible de gérer un assolement avec une jachère très courte et une rotation culturale toujours fondée sur le cotonnier (50 % de l'assolement) ; il existe des plantes bien adaptées, produisant beaucoup de masse végétale, qui sont capables, en une ou deux années, de restaurer la fertilité des terres. Si cela change finalement peu de choses au niveau de l'exploitation, cela modifie en revanche beaucoup les données de qualité de sol. Dans ce contexte de réduction de l'espace disponible, la mise en valeur durable des sols argilo-sableux demande aussi des solutions qui supprimeraient certaines difficultés liées à leurs caractéristiques physico-chimiques.

### Zone centre

Si l'agriculture itinérante de défriche-brûlis impose un travail peu rentable, c'est l'unique solution de survie, pour laquelle le seul intrant

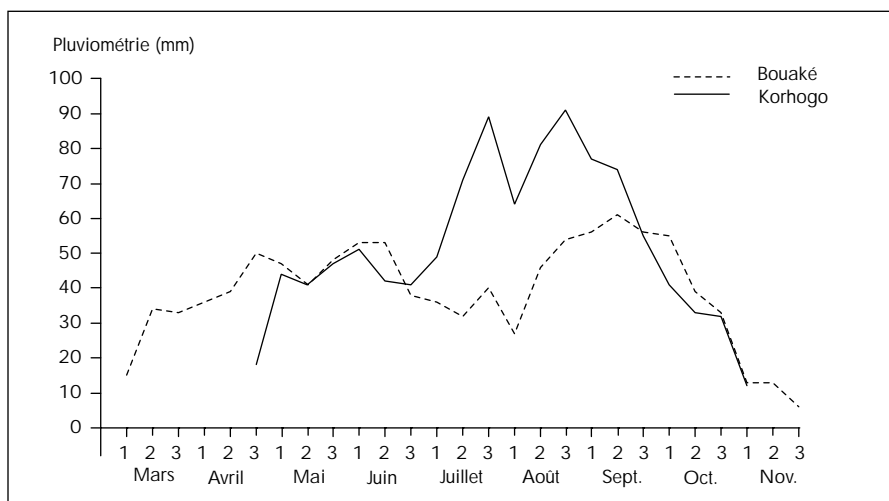


Figure III.1. Pluviométrie décadaire à Bouaké (zone centre) et à Korhogo (zone nord). Moyenne de 1950 à 1996.



Dans la région centre, à Brobo, la différence de végétation entre un sorgho en semis direct sur mulch de *Pueraria* (à gauche) et un sorgho en itinéraire classique (à droite) est spectaculaire.

est la main-d'œuvre. Les contraintes ne sont pas des moindres : dégradation des massifs forestiers, distances importantes depuis l'habitation, travail de défrichage très pénible. Elle ne dégage quasiment pas de trésorerie.

Comment limiter ces obstacles sans instaurer la culture continue, très risquée sur les plans technique et économique dans cette écologie (figure III.1) ? Il devient nécessaire d'évoluer d'une itinérance tous les 2-3 ans avec un fort besoin en main-d'œuvre à la défriche vers une sédentarisation sur un espace fini. Du point de vue de l'agriculteur, le système fixé idéal pourrait se résumer ainsi : défrichage et travail du sol réduits au minimum, suppression des problèmes de salissement des parcelles par les mauvaises herbes. L'installation d'une jachère améliorée de plantes de couverture pendant un an ou plus, suivie d'une année de culture sur mulch, semble le seul système compétitif par rapport au système traditionnel (peu de main-d'œuvre, pas de trésorerie, moins de transport des récoltes, minimum d'intrants). De plus, les massifs forestiers

seraient préservés. Les sols sableux gris très pauvres, en bas de pente, pourraient être cultivés de façon durable grâce à ces techniques.

L'objectif technico-économique est la recherche de la stabilité du système dans le temps. Il faut donc multiplier les possibilités d'adaptation par rapport aux aléas climatiques : trouver des systèmes économes en eau, avec des cultures diversifiées et, pour chacune d'elles, utiliser des variétés de cycle différent.

## Conclusion

Pour répondre à l'ensemble de ces objectifs, des systèmes novateurs sont possibles, comme ceux qui alternent l'installation de plantes dites de couverture, seules pendant six mois à un an ou plus (jachère améliorée et courte), et les cultures semées dans le mulch issu de ces plantes. Le sol est donc couvert en permanence par ce mulch durant la période de culture et par sa végétation vive le reste du temps. Le semis des cultures est effectué en poquets, manuellement ou avec un semoir adapté. Il ne s'agit pas de culture

continue, mais d'agriculture fixée à l'intérieur d'un terroir dont une partie est cultivée et l'autre couverte par des plantes productrices de matière verte.

## Les dispositifs de recherche

Dès la mise en place du dispositif semi-contrôlé de Tcholélevogo au nord, des collections de plantes de couverture, locales ou importées, ont été testées par la recherche dans le but, à moyen terme, d'adapter le semis direct - déjà au point au Brésil et en cours d'adaptation dans d'autres régions tropicales (MICHEL-LON et PERRET, 1996 ; ROLLIN, 1998 ; SEGUY *et al.*, 1996, 1998). Entre 1989 et 1993, les tests menés en petites parcelles ont permis de trier les plantes (tableau III.1), de définir les itinéraires techniques de culture dans un mulch, de mettre au point l'utilisation des herbicides (maîtrise de la plante de couverture) et d'observer les éventuels effets gênants sur les cultures. Certaines grandes parcelles ont été ensuite orientées vers ces systèmes : l'année 1994 a été consacrée à l'installation des plantes de couverture, puis, à partir de 1995, les cultures ont été mises en place dans les mulchs. On comptait, en 1995, 25 hectares de plantes de couverture sur les différents types de sol à l'intérieur des unités aménagées. Le dispositif a été conçu pour comparer ces nouveaux systèmes aux techniques qui ont donné les meilleurs résultats en traction animale ou motorisée, en fonction du niveau de fertilisation des cinq années antérieures.

En zone centre, le dispositif a été construit en 1994 à Brobo, à 60 kilomètres à l'est de Bouaké à l'intérieur d'une forêt classée, avec un groupement d'agriculteurs encadré par la Sodefor, inquiète de la dégradation rapide des massifs forestiers dont elle avait la gestion (DOUMBIA et CHARPENTIER, 1997). L'objectif était de trouver des solutions, sans



avoir recours au traditionnel feu de brousse, pour sédentariser les familles rurales chassées des forêts classées replantées en tek en 1993. Le dispositif expérimental, situé sur deux toposéquences couvertes par une savane arbustive, occupait 75 hectares et recouvrait les deux types de sols les plus représentatifs de la région : des sols sablo-argileux gravillonnaires relativement riches et des sols sableux gris de bas de glacis très pauvres. Environ 30 hectares d'espèces de couverture ont été installés sur les deux unités, aménagées avec des ados en courbe de niveau plantés de manguiers et de goyaviers et clôturées par une haie vive de *Ziziphus mucronata*. Sur la station de Bouaké, des collections de plantes avaient été auparavant testées (tableau III.1).

Dans les deux sites, Les résultats sont disponibles pour les années 1995, 1996 et 1997.

## Les protocoles

### Zone nord

Au départ, l'objectif était de comparer, en grandes parcelles, la culture continue avec travail du sol et les systèmes alternant 1, 2, 3 ou 4 années de plantes de couverture avec introduction de l'élevage, suivies d'une année de culture sur mulch. Ces expérimentations devaient être menées sur deux types de sol :

- sol argilo-sableux, en particulier pour le problème de la compaction ;
- sol gravillonnaire, à deux états de fertilité (sol après longue restauration par une jachère de plus de 40 ans et sol cultivé après une jachère courte de 6 ans).

Pour des raisons financières, cet ensemble n'a pu être réalisé en totalité. Après l'installation de 30 hectares de plantes de couverture en 1994, les premières actions ont été les suivantes (tableau III.2) :

- privilégier les sols argilo-sableux. Comparaison de la culture continue, en gardant les grandes parcelles cul-

tivées depuis 1990, et du semis direct sur couverture végétale (mesure physique des sols par rapport à la compaction), associée à l'introduction d'une technique supplémentaire, la pellétisation ;

- observer l'effet des plantes de couverture dans le cas des cultures sur sols gravillonnaires et, également, en présence de *Striga hermonthica*.

Du fait des contraintes matérielles, les recherches ont surtout concerné *Pueraria phaseoloides*, plante la plus intéressante — vivace, saine, masse végétale importante, adaptée au nord comme au centre, pas d'effet gênant sur les cultures (tableau III.1). Pour les mêmes raisons, les superficies mises en culture en semis direct sont restées modestes et n'ont pas permis l'évaluation des temps de travaux, de la valorisation de l'heure de travail et des marges nettes.

### Zone centre

Le but était de comparer, en grandes parcelles, le semis direct sur plusieurs espèces végétales de couverture et le système traditionnel avec

labour à la daba, tout en multipliant les moyens de s'affranchir des aléas climatiques — plusieurs dates de semis pour différentes cultures et variétés. La jachère naturelle de 1 à 4 ans, suivie d'une année de culture sur labour, est comparée avec 1 à 4 années de plante de couverture, suivie d'une culture sur mulch. En 1994 et 1995, 30 hectares de plantes de couverture ont été semés à cet effet sur les deux types de sols.

Pour les mêmes raisons financières, il a été effectué des démonstrations en petites parcelles (parcelle élémentaire : 200 m<sup>2</sup>) comparant le semis direct et la culture sur labour, avec plusieurs dates de semis et plusieurs variétés et avec ou sans fertilisation (tableaux III.2, III.3).

S'est greffé sur ces tests la pellétisation des semences, dans le but d'étudier d'une part, la lutte contre les insectes et les maladies fongiques en début de cycle en semis direct et, d'autre part, la possibilité de diminuer, grâce à cette technique, l'emploi des intrants en cours de culture.



Tapis vivant d'*Arachis pintoi* avant mise en culture. Brobo.



Tableau III.1. Les 45 légumineuses testées en plantes de couverture. Seules quelques espèces ont pu assurer une couverture suffisante du sol durant toute l'année : les espèces suivies d'une \* sont celles qui ont donné les meilleurs résultats de comportement au nord et au centre (*Pueraria phaseoloides*, *Cassia rotundifolia*, *Stylosanthes guianensis*) ; celles suivies de \*\* se sont bien comportées uniquement au centre (*Calopogonium mucunoides*, *Arachis pintoi*). Certains éléments du tableau ne sont pas renseignés (-). T représente le temps de trempage des graines dans l'acide sulfurique concentré (minutes).

Espèce	Longévité en saison sèche en zone nord	Couverture du sol en fin de saison sèche après 1 an de végétation en zone nord	Avantages spécifiques	Inconvénients spécifiques	T (minutes)
<i>Pueraria phaseoloides</i> *	pérenne	très épaisse	adaptation excellente nord et centre, bon comportement des cultures sur cette couverture, très saine	pousse mal sur sols très pauvres (sableux gris du centre)	20
<i>Cassia rotundifolia</i> *	pérenne	épaisse	bon comportement en sol pauvre bonne adaptation nord et centre	très envahissant, effet allélopathique négatif possible sur cotonnier	20
<i>Stylosanthes guianensis</i> *	pérenne	épaisse (tiges surtout)	légumineuse fourragère bonne adaptation nord et centre		5
<i>Stylosanthes hamata</i>	semi-pérenne	moyenne	légumineuse fourragère (se resème très bien)		0
<i>Aeschynorene hirtix</i>	pérenne	moyennes (tiges surtout)	légumineuse fourragère		-
<i>Calopogonium caeruleum</i>	pérenne	épaisse		fructification difficile en saison sèche	10
<i>Calopogonium mucunoides</i> **	annuelle	épaisse	bonne adaptation au centre	difficilement utilisable en zone nord si elle n'est pas installée seule, effet allélopathique négatif possible sur légumineuses. Se resème moins bien dans son mulch. Germination échelonnée et continue dans la culture dès que les conditions sont favorables. Photosensible.	0
<i>Desmodium ovalifolium</i>	annuelle	faible			10
<i>Centrosema</i> - <i>pubescens</i> - <i>brasilianum</i> - <i>macrocarpum</i>	pérennes	moyenne		ont tendance à grimper sur la culture	10
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	pérenne	épaisse		sensible au <i>Rhizoctonia</i>	10
<i>Macroptilium lathyroides</i>	pérenne	faible			-

Espèce	Longévité en saison sèche en zone nord	Couverture du sol en fin de saison sèche après 1 an de végétation en zone nord	Avantages spécifiques	Inconvénients spécifiques	T (minutes)
<i>Stylobium aterrimum</i> ( <i>Mucuna</i> )	annuelle	faible	intéressant au centre pour lutte contre <i>Cyperus rotundus</i> et <i>Imperata cylindrica</i> (obtention d'une masse végétale importante qui domine la flore en 2 mois en semis dense)	grosses graines quantité de semences importante	0
<i>Canavalia ensiformis</i>	pérenne	faible (tiges surtout)			0
<i>Arachis pintoii</i> **	annuelle	très faible	pérenne en zone centre ; bonne couverture vive		0
<i>Dolichos lablab</i>	annuelle	faible	se comporte bien en sol pauvre		0
<i>Psophocarpus palustris</i>	annuelle	faible		sensible au <i>Rhizoctonia</i>	-
<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	annuelle	faible			10
<i>Sesbania</i> - <i>speciosa</i> - <i>macrocarpa</i> - <i>pachycarpa</i> - <i>platicarpa</i>	pérennes	faible	enracinement très puissant		10
<i>Crotalaria</i> - <i>juncea</i> - <i>goreensis</i> - <i>retusa</i>	annuelle	faible	enracinement puissant		0
<i>Desmodium</i> - <i>aspedum</i> - <i>scorpiurus</i> - <i>tortuosum</i> - <i>triflorum</i>	annuelles	faible			-
<i>Eriosema</i> - <i>glomeratum</i> - <i>psoraloides</i>	annuelles	faible			-
<i>Indigofera</i> - <i>colutea</i> - <i>hirsuta</i>	annuelles	faible			20
<i>Lotononis bainesii</i>	annuelle	faible			5
<i>Lotus uliginosus</i>	annuelle	faible			0
<i>Melliniella micrantha</i>	annuelle	faible			10
<i>Tephrosia</i> - <i>bracteolata</i> - <i>elegans</i> - <i>erhenbergiana</i> - <i>pedicellata</i>	annuelles	faible			- - - 10
Trefle du Kenya	annuelle	faible			10
<i>Vigna pubigera</i> , <i>Zornia glochydiata</i>	annuelles	faible			-

Tableau III.2. Récapitulatif des protocoles mis en place à Tcholélevogo et à Brobo en 1995, 1996 et 1997.

<b>CENTRE</b>						
Année	Type de sol	Précédent cultural année - 2	Précédent cultural année - 1	Gestion du sol	Culture	Niveau d'intensification (par hectare)
1995	gravillonnaire	jachère	jachère	labour manuel (+ buttes igname)	maïs, sorgho, coton, soja, arachide, niébé, igname	toutes parcelles 1995 : F0 : pas de fertilisation F1 : 30 P semis légumineuses, 30 P semis + 45 N végétation céréales et cotonnier
1996	gravillonnaire	jachère	Pueraria Calopogonium	zéro labour zéro labour	idem idem	
1996	gravillonnaire	jachère	Pueraria	zéro labour	maïs, sorgho coton, arachide, niébé	F0 F0P : semences pelletées F1 = F0P + 30 P (+ 45 N sur coton et céréales) F2 : F0P + 20 N - 60 P - 60 K + 60 N sur céréales et coton + 1 000 kg phosphate tricalcique + protection totale contre insectes
1997	gravillonnaire	cultures (parcelles 1995)	jachère	labour manuel (+ buttes igname)	riz, soja, coton, igname	nul sur igname F0P : semences pelletées F1 = F0P + 30 P (+ 45 N riz, coton)
1997	gravillonnaire	cultures (parcelles 1995)	Pueraria	zéro labour	idem	idem
<b>NORD</b>						
1995	gravillonnaire	maïs + Striga	Pueraria, Calopogonium, Cassia, Macroptilium, Centrosema, Tephrosia, jachère	zéro labour	maïs	F0 : 20 N - 30 P - 30 K F1 : F0 + 45 N en végétation
1996	argilo-sableux	riz, coton	riz, coton	T1 : semis sur labour traction animale depuis 1990 T2 : semis sur labour culture motorisée depuis 1990 zéro labour (T1 depuis 1990)	riz, coton	toutes parcelles 1996 : F0 : 30 K semis + 25 N végétation F0P : F0 + pelletisation F1 : 15 N - 45 P - 45 K semis + 45 N végétation + semences pelletées F2 : 30 N - 60 P - 60 K semis + 60 N végétation + 1 000 kg phosphate tricalcique + semences pelletées + protection totale insectes
1997	argilo-sableux argilo-sableux argilo-sableux	riz, coton riz, coton Pueraria	riz, coton riz, coton Pueraria	T1 T2 zéro labour (T1 1990-1995)	coton, maïs coton, maïs coton, maïs	idem 1996 idem 1996 idem 1996
1997	gravillonnaire gravillonnaire	jachère jachère	jachère Pueraria	T1 zéro labour	riz, maïs, coton riz, maïs, coton	idem 1996 idem 1996

Tableau III.3. Composantes du dispositif mis en place en 1995 en zone centre : l'association de trois dates de semis et de trois variétés, permettant 9 combinaisons. Si certaines pourraient très bien être vulgarisées, d'autres n'ont pas d'application (exemple : semer tard une variété à cycle long) et ne sont là qu'à titre démonstratif.

Culture	Date de semis	Variétés	Densité	Fertilisation
Maïs	25-03	CSP (85 j)	0,8 x 0,4 m, 2 grains	toutes parcelles 1995 : F0 : pas de fertilisation F1 : 30 P semis légumineuses, 30 P semis + 45 N végétation céréales et cotonnier
	21-6	EV 8731SR (95 j)	idem	
	20-07	F 9143 (120 j)	idem	
Riz pluvial	24-03	IDSA 10 (105 j)	0,3 x 0,3 m	idem
	20-06	Iguape (125 j)	idem	idem
	18-7	Dissou (140 j)	idem	idem
Sorgho	13-04	CE 180-33 (85 j)	0,6 x 0,6 m, 3 grains	idem
	19-07	ICSV 1063 (100 j)	idem	idem
	28-08	GD 129 (+ 135 j)	idem	idem
Coton	16-06	ISA 205 K	0,8 x 0,4 m	idem
	18-07			
Arachide	14-04	KH 149A (100 j)	0,3 x 0,3 m, 2 grains	idem
	19-07	M 705-74 (125 j)	idem	idem
	23-08	RMP 91 (135 j)	idem	idem
Soja	20-04	IAC 8 (95 j)	idem	idem
	19-07	Emgopa 308 (105 j)	idem	idem
	22-08	BR 83 (120 j)	idem	idem
Niébé (variétés locales)	6-06	cycle court érigé	0,5 x 0,5 m, 3 grains	idem
	28-08	cycle moyen érigé	idem	idem
	18-09	cycle long rampant	idem	idem
Igne	6-06	Florido	1,3 x 1,3 m sur buttes	0
			1 x 1 m en zéro labour	0

## Les itinéraires techniques : principes généraux appliqués sur les dispositifs

Pour les petits agriculteurs de Côte d'Ivoire, il est peu envisageable de bloquer une surface productrice pour installer une plante de couverture. Seuls des systèmes alternant six mois d'une plante à fort développement (par exemple *Mucuna* semé seul en premier cycle) et six mois de culture (semée sur le mulch) sont envisageables pour la zone centre, en particulier pour maîtriser les adventices *Imperata cylindrica* et *Cyperus rotundus*. Dans les autres cas, la plante de couverture est installée avec une culture dont l'écarte-

ment est important, comme le maïs, et qui est semée le plus tôt possible, mars en zone centre, début mai en zone nord. La fiche technique n° 2 intitulée « Semis direct sur couverture morte ou vive de *Pueraria phaseoloides* » donne tous les détails nécessaires pour mettre en place un système de culture incluant cette légumineuse.

### Le semis de la plante de couverture dans la culture

Deux itinéraires peuvent être suivis en fonction de la croissance végétative de la plante de couverture : semis simultané avec celui de la culture ou semis en dérobée au moment du premier sarclage.

Pour les plantes de couverture à petites graines et démarrant lentement, plante cultivée et plante de couverture peuvent être semées

simultanément. Cela suppose que la flore adventice soit pratiquement inexistante, sur défriche par exemple, ou maîtrisée par un herbicide de pré-levée sélectif des deux plantes. Le développement de la plante de couverture est ensuite contrôlé les premières semaines, si nécessaire, avec un herbicide de post-levée à faible dose sélectif de la culture. Une fois la culture développée, la plante de couverture ne fait que végéter par manque de lumière jusqu'à la récolte.

Quel que soit le type de plante de couverture, le semis peut aussi être fait en dérobée dans la culture, soit juste avant le sarclage manuel, ce qui permet d'enfourer les graines, soit après la rémanence de l'herbicide de pré-levée, avec nécessité de recouvrir les graines manuellement ou mécaniquement si le semis est effectué à la volée.



Installation de la plante de couverture (*Pueraria*) en plante dérobée dans le sorgho en première année de mise en route du système fondé sur le semis direct. Brobo.

## Le semis des cultures dans le mulch

Dans la zone nord, lorsque la plante de couverture est installée en dérobée dans la culture, la saison des pluies est trop courte pour que son développement soit suffisant avant l'arrivée de la saison sèche. Il est nécessaire de laisser la plante de couverture en place l'année suivante. Les plantes annuelles, si elles ne sont pas installées seules, sont donc à éliminer pour cette écologie, dans la mesure où leur fructification est souvent trop faible pour assurer leur pérennité l'année suivante.

En zone centre, il reste quatre mois de saison des pluies après la récolte des cultures semées en mars. Les plantes volubiles peuvent alors produire une masse végétale suffisante pour être reprises l'année d'après avec une culture. Cette option est intéressante pour les plantes annuelles. Pour les plantes vivaces,

il est conseillé, dans cette région où l'accès à la terre est assez facile, de les laisser en place une année pour produire un maximum de matière verte.

Le contrôle de la plante de couverture avant le semis des cultures est fonction de sa longévité. Au moment du semis, les plantes annuelles de couverture forment un mulch mort. En revanche, elles se multiplient par graines, en général non dormantes, qui germent dès les premières pluies. La destruction des plantules avec un herbicide est nécessaire avant l'installation des cultures dans le mulch, pour éviter une concurrence trop forte. Pour les plantes de couverture vivaces, leur développement se fait, dès les premières pluies, à partir des organes de réserve. On peut alors les utiliser de deux façons :

- en couverture morte (mulch). La plante est totalement détruite avec un herbicide. Elle doit alors être ressemée soit en dérobée dans la culture (le semis à la volée est possible dans le mulch), soit après la récolte (en zone centre seulement), pour que le système se reproduise d'une année à l'autre ;
- en couverture vive. La plante n'est pas tuée ; son développement est simplement maîtrisé avec un herbicide à faible dose jusqu'à ce que la culture forme un ombrage suffisant. Le système se pérennise alors sans autre intervention. Pour les plantes rampantes peu volubiles, comme *Arachis pintoi*, on peut ne contrôler que la ligne de semis dans le cas d'une culture à faible peuplement.

## Des résultats agronomiques qui dépendent du sol

Avec *Pueraria*, les résultats sont intéressants dans les deux zones et pour les trois années expérimentales, tant sur le plan de la production que pour l'amélioration des propriétés physiques des sols. Les systèmes de culture testés ont un comportement différent, non seulement selon le type

de sol mais aussi en fonction de la fertilité de départ. Les sols de la zone nord ont été décrits dans le dossier précédent ; les sols de type gravillonnaire sont majoritaires aussi bien en zone nord qu'au centre. En revanche, les sols argilo-sableux ne sont rencontrés qu'au nord alors que les sols sableux sont spécifiques de la région centre et couvrent des bas de glacis de plusieurs kilomètres de long.

## Sur les sables gris du centre

Traditionnellement, les sols sableux gris ne sont cultivés en igname qu'une année en ouverture de jachère ; la récolte est de toute façon faible (3 à 5 t/ha de tubercules). Ensuite, *Imperata cylindrica* s'installe. Ces sols ont une réserve utile en eau et une fertilité organique et chimique très faible ; on les considère impropres à la culture à cause de leur pauvreté et de leur hydromorphie. *Pueraria* s'y développe mal ; il reste chétif et jaunâtre. D'autres plantes, comme *Stylosanthes* sp. et *Cassia rotundifolia* se comportent mieux (tableau III.1). Deux solutions sont possibles :

- soit on installe des plantes, locales ou importées qui, grâce à leurs capacités intrinsèques, permettent de créer un véritable sol agricole ;
- soit on apporte un amendement préalable et quasiment n'importe quelle plante de couverture est possible. C'est ce qui a été testé avec *Pueraria*.

Avec 1 500 kilos par hectare de phosphate tricalcique en première année (apport conjoint de phosphore, calcium, magnésium, oligoéléments), *Pueraria* montre une excellente croissance végétative (observation de juillet 1997). Notons qu'un apport équivalent en engrais phosphaté supertriple ne donne pas ces résultats. L'amendement est alors apporté avant la confection des buttes d'igname (fiche technique n° 2 « Semis direct sur couverture morte ou vive de *Pueraria phaseoloides*) dont le mode de culture permet la distribution de

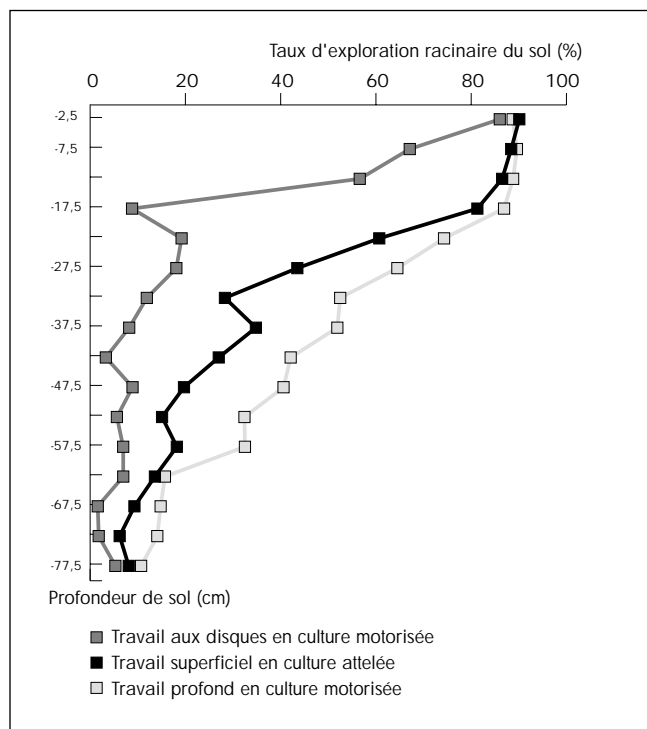


Figure III.2. Taux d'exploration racinaire de *Pueraria* dans les sols argilo-sableux de la zone nord, en fonction de la conduite culturale de la parcelle les années précédentes (mesure faite en avril 1996, d'après CHOPART J.-L.).

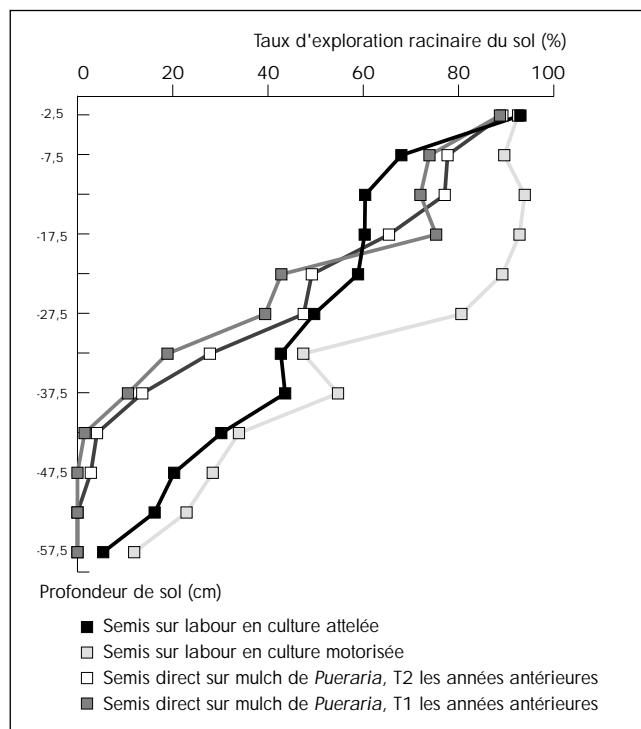


Figure III.3. Taux d'exploration racinaire du riz pluvial dans les sols argilo-sableux de la zone nord, en fonction de la conduite culturale de l'année et des années antérieures (d'après CHOPART J.-L., mesure faite en octobre 1996).

l'amendement sur les 40 premiers centimètres de sol. En deuxième année, les buttes sont cassées et maïs et *Pueraria* sont implantés. Si l'investissement de départ est important (150 000 FCFA/ha), il peut être amorti dès les premières années de culture. Cet effort conditionne l'exploitation durable de terres réputées inexploitable : cette possibilité nouvelle n'est pas négligeable alors que les problèmes fonciers se font jour.

## Les sols argilo-sableux du nord

Les sols argilo-sableux de la zone nord sont très compacts : ils rendent difficiles non seulement l'enracinement des cultures mais aussi toutes les interventions culturales. Traditionnellement, ils sont peu cultivés. Avant la mise en place du système de culture, la décompaction du sol est nécessaire et réalisable de plusieurs manières. La plus rapide est un travail du sol profond (35 cm) en culture motorisée à la charrue à soc, ou mieux au chisel — moins de

technicité, moins de casse, moins exigeant quant à l'humidité du sol — : c'est un investissement rentable (30 000 à 40 000 FCFA/ha), amorti dès la première année avec la production du maïs. Si le labour est effectué en traction animale (10 cm), il est nécessaire d'installer, avant la culture, une jachère de *Pueraria* pour que son système racinaire et la macrofaune induite (insectes, vers de terre) restructurent les horizons compactés.

En 1996 et 1997, l'observation des profils racinaires est éclairante sur le processus de restructuration des sols. En 1996, la figure III.2 montre qu'en première année d'installation, l'enracinement de *Pueraria* est encore fortement conditionné par l'état de compaction initial lié au travail du sol antérieur. La même année, l'observation de l'enracinement du riz pluvial (figure III.3) en semis direct sur le mulch de *Pueraria* installé seulement dix mois avant sur un sol compacté, tend vers les mêmes conclusions : sur les 20 premiers centimètres, les racines du riz sont plus denses que dans le cas d'un semis sur

un travail du sol superficiel, mais plus dispersées dans les horizons sous-jacents ; en revanche, elles sont beaucoup moins denses qu'après un travail du sol profond à la charrue à soc en culture motorisée. En 1997, l'évolution est en revanche très sensible (tableaux III.4 et III.5). Dans le cas de la jachère à *Pueraria* (alors âgée de 22 mois), il n'y a plus de différence de profil racinaire sur les 30 premiers centimètres de sol quel que soit le type de travail antérieur (tableau III.4) ; de plus, après un travail superficiel, l'enracinement de *Pueraria* de 22 mois est très supérieur à celui de 10 mois dans l'horizon 15-25 cm. Les mesures d'infiltrométrie vont dans le même sens que l'observation des profils racinaires (tableau III.5) : pas de différence pour *Pueraria* de 22 mois, quel que soit l'état de compaction du sol, mais une différence très forte entre *Pueraria* de 22 mois et de 10 mois après un travail superficiel. En conclusion, dans les conditions de l'expérience, il faut au *Pueraria* deux années pour restructurer les sols compactés ; les rendements de cultures en semis

Tableau III.4. Mesure de l'enracinement de *Pueraria* sur sol argilo-sableux : profondeur maximale de sol (cm) pour laquelle plus de 80 % des mailles de 25 cm<sup>2</sup> ont au moins une racine (Tcholélévogo, avril 1997, d'après J.-L. CHOPART).

	10 mois de <i>Pueraria</i> après travail superficiel	22 mois de <i>Pueraria</i> après travail superficiel	22 mois de <i>Pueraria</i> après travail profond
Profondeur (cm)	13	26	25

Tableau III.5. Mesure d'infiltrométrie réalisée en octobre 1997 à l'infiltromètre à disques (2 disques) : temps de submersion (minutes) en fonction de l'intensité de l'averse (Tcholélévogo, d'après J.-L. CHOPART).

Intensité de l'averse (mm/h)	10 mois de <i>Pueraria</i> après travail superficiel	22 mois de <i>Pueraria</i> après travail superficiel	22 mois de <i>Pueraria</i> après travail profond
30	4	12	12
45	1,7	5	5
60	0,9	2,5	2,6

*Calopogonium mucunoides* en saison des pluies, semé en dérobée dans les cultures de la saison précédente. Brobo.



direct sont alors élevés et supérieurs à tous ceux obtenus avec les autres modes de gestion des sols.

Dans ce domaine, une des voies de recherche serait de trouver des plantes qui restructurent le sol plus rapidement que *Pueraria* en jachère courte comportant une espèce à enracinement puissant. Du point de vue de la recherche, tout reste à faire : tests de collections de plantes, mise au point des systèmes de culture.

Les résultats de production du riz et du cotonnier vont bien dans le sens des mesures physiques. A Tcholélévogo, les rendements du cotonnier et du riz pluvial en semis direct sur mulch de *Pueraria* dépendent de l'état initial de compaction. En 1996,

après 10 mois de *Pueraria* (semis en juillet 1995) sur des parcelles travaillées superficiellement auparavant, les rendements obtenus sur les parcelles labourées sont équivalents ou supérieurs à ceux des parcelles en semis direct, sauf pour les faibles niveaux d'intrants (figures III.4a, III.4b). En 1997, l'effet de 22 mois de couverture de *Pueraria* est en revanche très net (figures III.4b, III.4c) : quel que soit le niveau d'intrants, les rendements du cotonnier et du maïs en semis direct sont supérieurs à ceux obtenus en système classique motorisé. Le mulch est également plus épais en 1997 (14 t/ha de matière sèche, au lieu de 6 t/ha en 1996).

## Les sols gravillonnaires du nord et du centre

### Zone centre

Après une année de culture, les mesures physiques traduisent une nette amélioration de la structure du sol en semis direct sur mulch de *Pueraria* par rapport au témoin traditionnel (tableau III.6) : pour une pluie forte, le ruissellement apparaît après une heure sur les parcelles travaillées, alors que, sous mulch, l'eau peut s'infiltrer dans le sol pendant un temps théoriquement infini.

Les résultats sur l'igname méritent une analyse particulière car cette culture est le pivot du système de



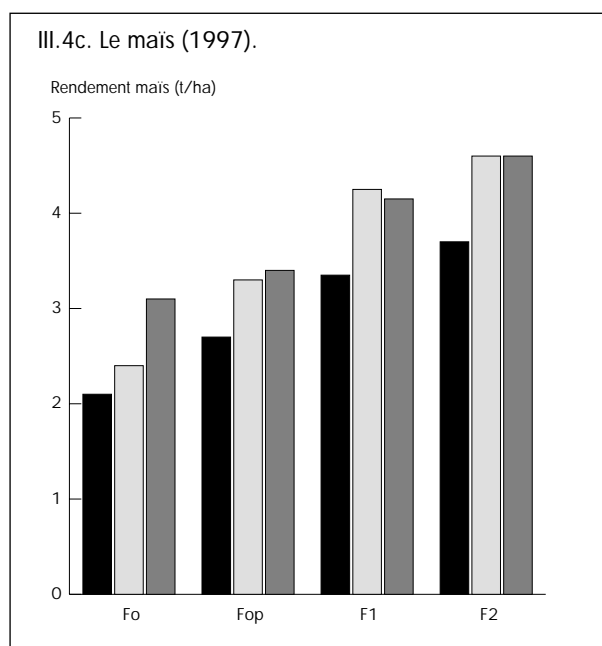
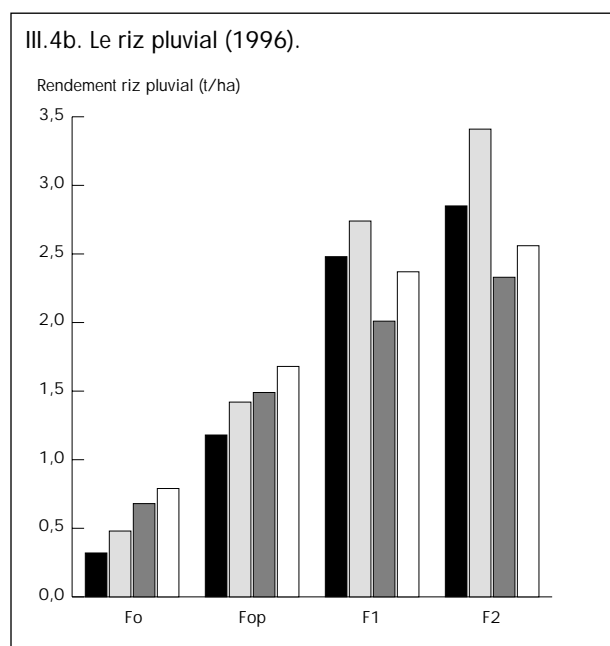
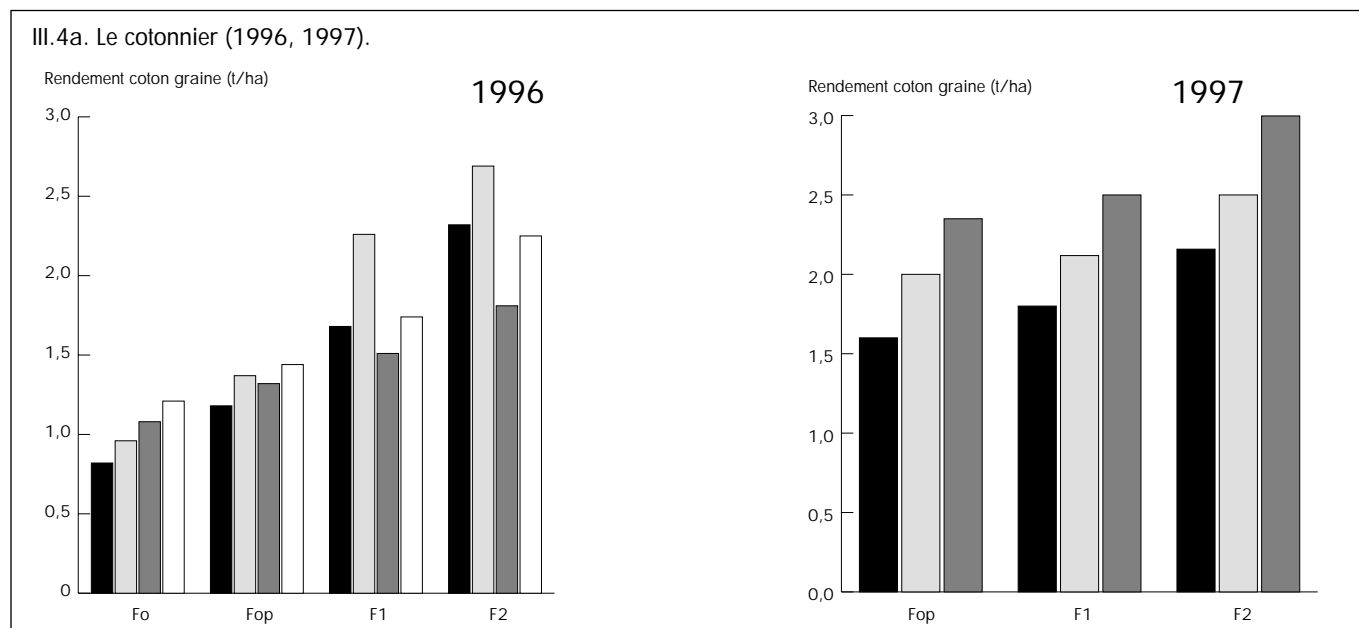


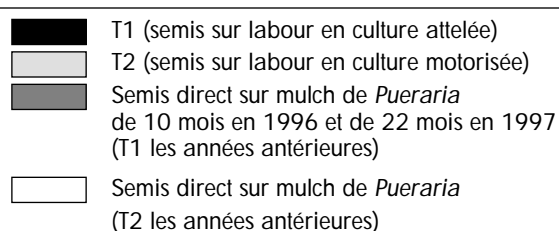
Figure III.4. Rendements des cultures en fonction du mode de gestion des sols, pour les fertilisation FO, FOP, F1 et F2, sur sol argilo-sableux de la zone nord.

Fo, 30 K au semis + 25 N en végétation ;

Fop, FO + semences pellétisées ;

F1 : 15 N - 45 P - 45 K semis + 45 N végétation ;

F2 : 30 N - 60 P - 60 K semis + 60 N végétation.



production (tableau III.7) (DOUMBIA et CHARPENTIER, 1997). Pour la variété Florido, le rendement est multiplié par deux en semis direct sur mulch par rapport aux techniques classiques de plantation sur butte. En 1997, année de grande sécheresse en zone centre (figures III.5a, III.5b), seul l'igname planté sur mulch a donné une récolte.

L'analogie avec l'écosystème forestier, où les paysans cultivent parfois l'igname sans travailler le sol, comme au Cameroun, trouve ici une application concrète. La plantation de l'igname sur couverture végétale change totalement le système :  
 – réduction drastique du travail de préparation (pas de buttes) et d'entretien ;

– plantation la plus dense possible (1 x 1 m au lieu de 1,3 x 1,3 m) d'où un besoin en semences un peu plus élevé ;  
 – temps de récolte plus long.

Les rendements des céréales, du cotonnier et des légumineuses (figures III.6, III.7) sont toujours supérieurs à ceux obtenus avec des techniques classiques, sauf dans le cas



Tableau III.6. Caractéristiques hydrodynamiques à la surface du sol selon l'histoire parcellaire en fin de saison sèche. Sol gravillonnaire de la zone centre. Mesures *in situ* à l'infiltromètre multidisques pour une pression à la surface du sol à -20 mm d'eau, effectuée en février 1996 en zone centre (d'après CHOPART J.-L., février 1996).

	Semis de maïs sur labour manuel	Semis de maïs sur mulch de <i>Pueraria</i> installé en 1995	Semis de maïs sur mulch de <i>Pueraria</i> installé en 1994
Conductivité hydraulique Ko (mm/h)	33	62	92
Temps de submersion (minutes)			
- pluie de 45 mm/h	65	∞	∞
- pluie de 90 mm/h	9	6,5	∞

Tableau III.7. Rendements de l'igname sans fertilisation (t/ha), selon le précédent et le mode de gestion du sol. Sol gravillonnaire de la zone centre, années 1995 (pluviométrie favorable) et 1997 (pluviométrie défavorable).

Précédent	Confection des buttes manuellement	Zéro labour
1995		
- Jachère	8,86	-
- Un an de <i>Calopogonium</i>	6,45	7,73
- Un an de <i>Pueraria</i>	7,18	17,49
1997*	0	3,5

\* : dispositif de 1995 pérennisé : 1994, *Pueraria* ; 1995, culture ; 1996, *Pueraria* ; 1997, igname.

Tableau III.8. Rendements 1997 sur sol gravillonnaire de la zone centre, en tonne par hectare. Le semis a été effectué début juillet après une pluie de 63 mm ; par la suite, il n'est tombé que 145,5 mm jusqu'au 10 octobre. Nous ne donnons que les résultats de FOP et F1 car les différences de rendement ont été gommées entre les niveaux d'intensification F0 et FOP d'une part, et entre F1 et F2 d'autre part, du fait de la sécheresse. En revanche, de fortes différences de végétation ont été observées en faveur des parcelles en semis direct sur *Pueraria*.

Mode de gestion du sol	Riz		Soja		Coton	
	FOP	F1	FOP	F1	FOP	F1
Labour manuel	0,7	1,0	1,2	1,2	1,3	1,6
Semis direct sur <i>Pueraria</i>	1,9	2,6	1,7	1,9	1,45	1,75

FOP : F0 + pellétisation. F1 : 15 N - 45 P - 45 K semis + 45 N végétation. F2 : 30 N - 60 P - 60 K semis + 60 N végétation.

des légumineuses cultivées sur *Calopogonium*, sans doute à cause d'effets allélopathiques négatifs. Les productions de 1997 (tableau III.8) montrent bien l'intérêt de la plante de couverture par rapport au déficit hydrique et à la valorisation des intrants : le riz est le plus sensible à cet effet tampon. Sans intrant, le semis direct offre des rendements multipliés par deux par rapport au système manuel classique ; avec une fertilisation moyenne à forte, le surplus de production est de l'ordre de 30-50 % ; avec une fertilisation forte et de bonnes conditions pluviométriques (figure III.7), les résultats de

semis direct donnent une idée du potentiel du système impossible à atteindre avec les techniques classiques.

Rendements en zone nord : même tendance qu'au centre

Les tendances sont les mêmes sur les sols gravillonnaires en zone nord comme au centre, en particulier pour les bas niveaux d'intrants (tableau III.9) : par rapport aux systèmes classiques, rendements multipliés par deux sans fertilisation et 30-50 % de plus avec une fertilisation forte.

En zone nord, un moyen de lutte contre le striga

En zone nord, sur des parcelles cultivées pendant plus de 15 ans, envahies par *Striga hermonthica* et abandonnées par les agriculteurs, le semis direct sur mulch de *Pueraria*, *Calopogonium* ou *Cassia* cumule un effet positif sur la restauration du sol et sur la levée du striga (tableau III.10) : ce résultat montre que des voies biologiques existent pour limiter cette plante parasite.

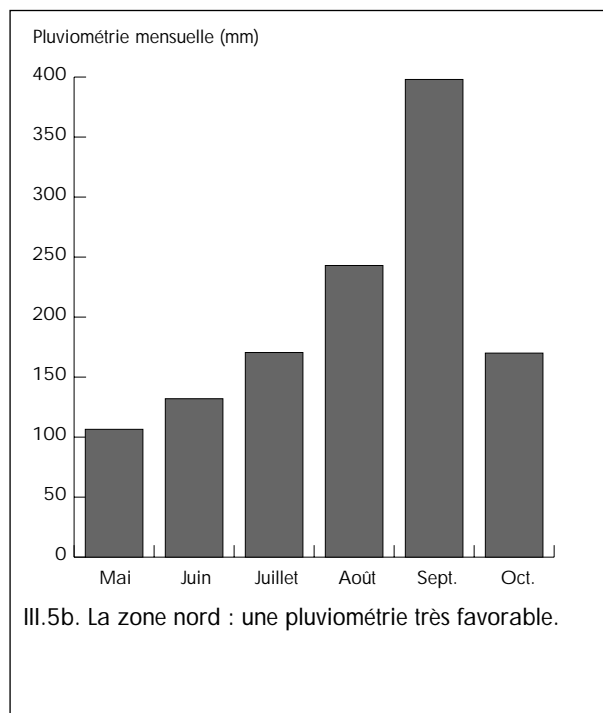
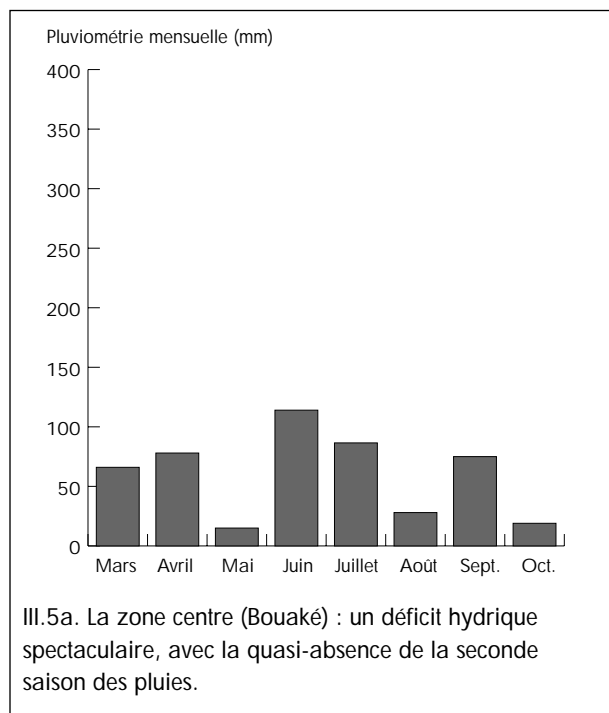


Figure III.5. La pluviométrie en 1997.

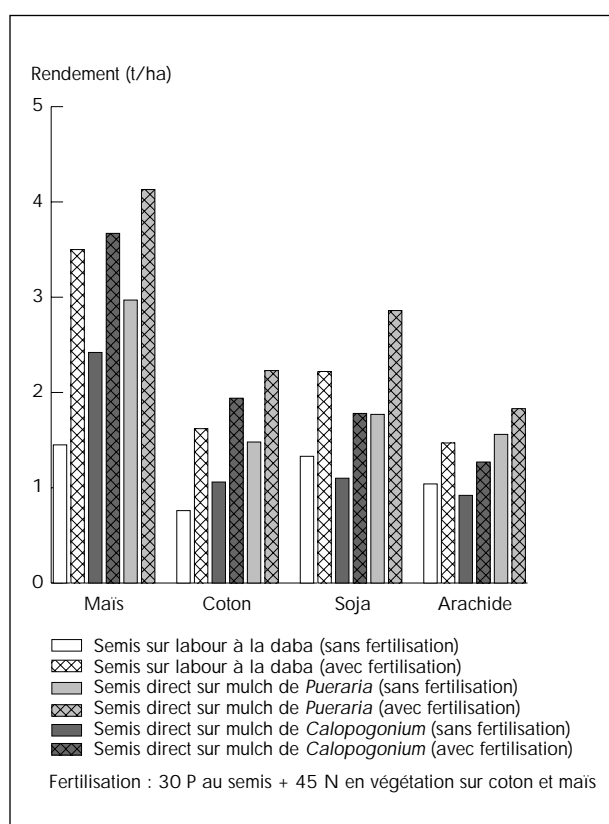


Figure III.6. Rendements des cultures en fonction du mode de gestion des sols et de la fertilisation, sur sol gravillonnaire de la zone centre. La tendance est la même quelle que soit la culture. Nous présentons ici les exemples du maïs, du cotonnier, du soja et de l'arachide (1995).

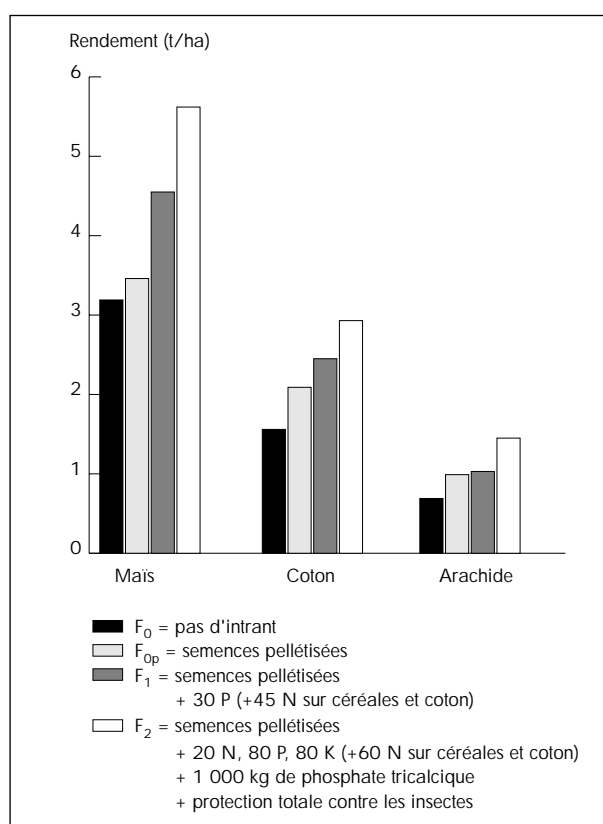


Figure III.7. Rendements des cultures en fonction du niveau d'intensification en semis direct sur mulch de *Pueraria*, sur sol gravillonnaire en zone centre. La tendance est la même quelle que soit la culture. Nous présentons ici les exemples du maïs, de l'arachide et du cotonnier (1996).



Tableau III.9. Rendements 1997 sur sol gravillonnaire en zone nord : l'effet marqué de la pellétisation associée au semis direct sur *Pueraria*. Le niveau d'intensification F2, avec les conditions pluviométriques favorables de 1997, donne une idée du potentiel des systèmes de culture.

	F0	F0P	F1	F2
<b>Maïs</b>				
- T1	1,50	1,75	2,00	2,80
- semis direct	2,80	3,15	3,35	4,20
<b>Soja</b>				
- T1	1,00	1,55	1,35	1,45
- semis direct	2,10	2,30	2,35	2,65
<b>Riz</b>				
- T1	-	2,35	3,30	3,85
- semis direct	1,70	3,05	3,55	3,80

T1 (semis sur labour sans reprise) après une jachère de 3 ans.

Semis direct sur *Pueraria* de 1 an après jachère de 2 ans.

F0 : 30 K semis + 25 N végétation.

F0P : F0 + pellétisation. F1 : 15 N - 45 P - 45 K semis + 45 N végétation. F2 : 30 N - 60 P - 60 K semis + 60 N végétation.

Tableau III.10. Levée de *Striga hermonthica* et rendement du maïs en fonction de la couverture du sol et de la fertilisation. Sol gravillonnaire de la zone nord, 1995.

Couverture	Pourcentage de pieds de maïs parasités par le striga (%)		Rendement du maïs (t/ha)	
	F0	FV	F0	FV
<i>Pueraria phaseoloides</i>	2,8	1,4	2,54	3,42
<i>Calopogonium mucunoides</i>	3,6	1,9	2,26	3,05
<i>Cassia rotundifolia</i>	18,4	7,3	2,31	3,00
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	98,0	93,0	1,25	1,42
<i>Centrosema pubescens</i>	100,0	98,0	1,12	1,41
<i>Tephrosia pedicellata</i>	100,0	100,0	0,91	0,84
Témoin (zéro labour après un an de jachère)	100,0	100,0	0,73	0,84

F0 : 20 N - 36 P - 36 K au semis ; FV : F0 + 46 N en végétation.

## Une gestion souple du calendrier cultural

La souplesse de la gestion des travaux culturaux est liée, d'une part, au fait que le semis direct évite le labour et, d'autre part, à l'absence de contrainte de salissement de la parcelle avant le semis. Cela permet d'attendre, une fois la parcelle préparée, car les mauvaises herbes ne s'installent pas.

La préparation dure trois semaines et se déroule en trois étapes : rabattage de la plante de couverture (rouleau ou machette), pulvérisation d'herbicide pour la maîtriser ou la tuer (voir fiche technique n° 2), tassement

naturel du mulch. Ensuite, il suffit d'attendre les meilleures conditions d'humidité pour semer. Le mulch évite le développement de la flore adventice avant le semis et conserve, après le semis, une humidité favorable à la germination.

### En zone centre

En zone centre, la difficulté réside dans l'imprévisibilité du climat — dates d'installation des deux saisons des pluies, quantités et répartition. Il est possible d'échelonner les semis durant la longue saison des pluies, en multipliant le nombre de combinaisons pour chaque culture (figure III.8) (DOUMBIA et CHARPENTIER, 1997). Trois dates de semis aux périodes les plus propices, avec trois

variétés de cycle différent, offrent ainsi neuf combinaisons. Ces systèmes, menés à très faible niveau d'intrants, sont beaucoup plus stables économiquement que les systèmes traditionnels et ils permettent d'étaler les ventes sur les marchés locaux avec, à certaines périodes, des prix très attractifs. On ne recherche pas le rendement maximal, mais la stabilité économique et la stabilité des rendements dans le temps. Cela peut être d'autant plus intéressant que les variétés utilisées ont une grande qualité de grain offrant une forte plus-value sur le marché. Il est possible de raisonner les apports d'intrants en fonction de l'état de la végétation pour une date de semis donnée.

## Zone nord

Même si, en zone nord, le climat ne revêt pas un caractère aussi imprévisible qu'au centre, ces techniques permettent de tenir un calendrier de mise en place beaucoup plus performant que celui pratiqué classiquement (voir dossier précédent). Le semis direct sur mulch permet de suivre le calendrier optimal en s'affranchissant des contraintes de sarclage et de préparation des terres : il optimise les intérêts du zéro labour auxquels s'ajoutent les avantages du mulch — meilleure levée grâce à l'humidité conservée et sol moins compact qu'en semis dans les résidus de récolte, grâce à une structure de surface davantage poreuse.

## Une productivité du travail accrue

Les techniques de semis direct sur couverture végétale permettent de supprimer plusieurs opérations culturales pénibles et coûteuses en main-d'œuvre, en particulier en culture manuelle :

- le défrichage et le nettoyage des sites en agriculture itinérante. Une fois installée, la couverture vive est exclusive des adventices ;
- le travail du sol, qui pose chaque année des problèmes de main-d'œuvre en zone centre, surtout pour la confection des buttes d'igname ;
- les sarclages manuels et l'emploi des herbicides de pré-levée.

En zone centre, dès la deuxième année de culture, les paysans effectuent habituellement un sarclage manuel sur le maïs et l'arachide et deux sarclages sur le cotonnier et le riz pluvial. En zone nord, un sarclage est nécessaire après la période de rémanence de l'herbicide de pré-levée (30 jours maximum). Avec le mulch de *Pueraria*, la flore adventice est pratiquement contrôlée, à l'exception de quelques espèces comme *Rottbellia exaltata* et *Euphorbia heterophylla* (voir fiche technique n° 2). L'utilisation d'herbicides de pré-levée n'est plus nécessaire. Aucun sarclage n'a été effectué sur le maïs dans les deux zones et sur le sorgho en zone centre. Sur les autres cultures, un sarclage rapide des adventices présentes est suffisant les 30 premiers jours de végéta-

tion, sans retournement du sol qui favoriserait la germination d'autres graines.

## Conclusion : des recherches à poursuivre et des résultats vulgarisables

Les systèmes de jachère améliorée et de semis direct dans un mulch ouvrent, d'après ces premiers résultats, des voies intéressantes pour une agriculture durable, préservatrice de l'environnement et peu coûteuse en main-d'œuvre et en intrants.

Sur les sols argilo-sableux en zone nord, on a vu que deux années d'une plante de couverture comme *Pueraria* permettait de restructurer des sols compactés par les passages répétés d'outils de travail superficiel pendant quatre ans. Sur les sols très pauvres, ces techniques sont certainement le moyen le plus efficace pour amortir à long terme l'investis-

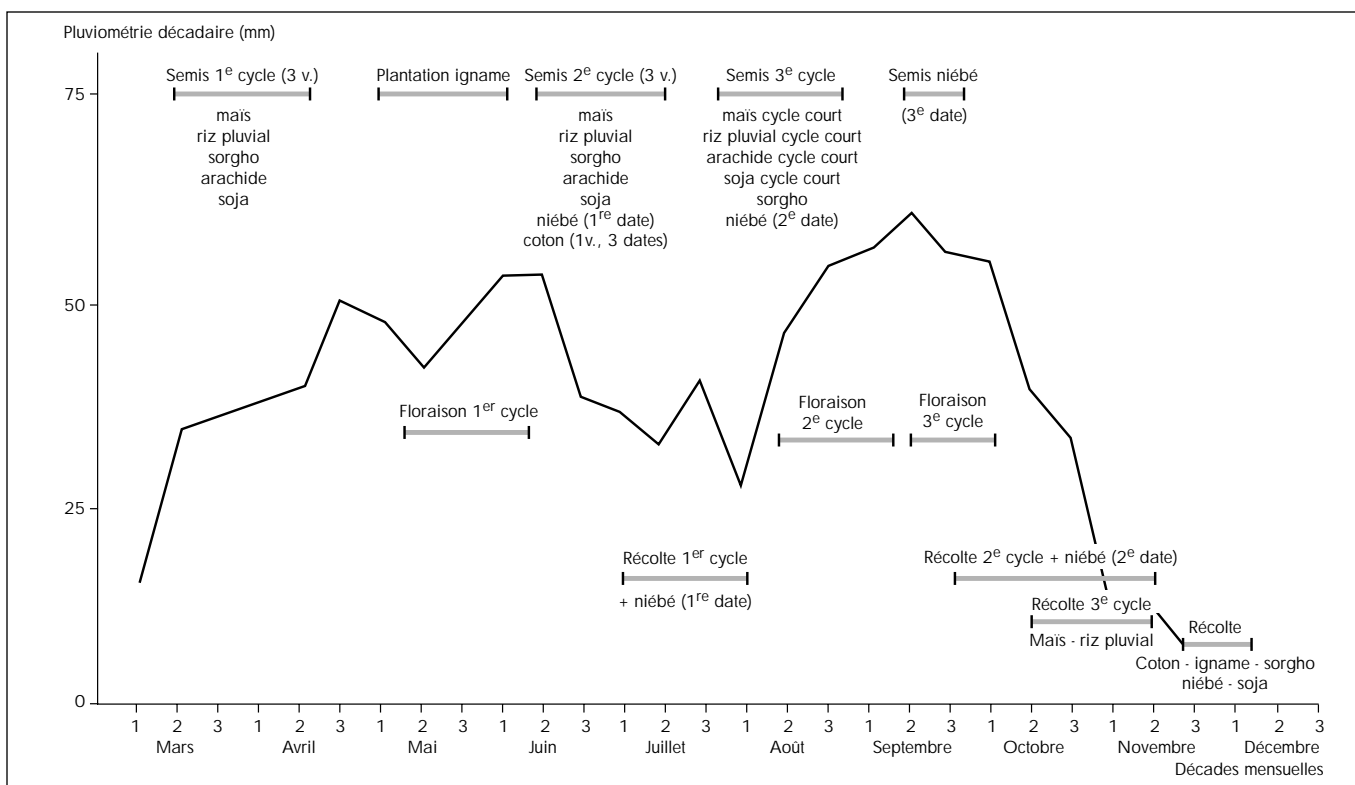


Figure III.8. Etalement des semis et choix de variétés (v.) à cycles différents pour pallier les écarts climatiques, en zone centre.



sement nécessaire à la restauration de la fertilité initiale.

Si la présence d'une couverture végétale permanente du sol offre de multiples avantages, elle peut aussi favoriser, du fait des conditions particulières qu'elle crée au niveau du sol, le développement d'insectes ou de champignons nuisibles : cela nécessite des traitements appropriés des semences dont la pellétisation est un exemple. L'utilisation de plantes de couverture doit également s'accompagner de leur protection contre les feux de brousse et la divagation des animaux. Cela suppose

une gestion intégrée des terroirs villageois, où la place de l'arbre (fruitiers, bois de chauffe, épineux...) et des aires de pâture pour les animaux soit judicieusement raisonnée : des propositions techniques ont été faites dans le dossier précédent (voir fiche technique n° 1).

Des espèces comme *Pueraria phaseoloides* et *Stylosanthes guianensis* sont très appréciées par les animaux ; installées pendant plusieurs années, elles peuvent être pâturées modérément chaque année, à l'exception de l'année précédant la mise en culture. Des graminées fourragères (genres

*Brachiaria*, *Cynodon*...) ont été semées en 1997 sur les dispositifs du nord et du centre pour élargir la gamme des solutions proposées dans ce domaine.

Les premières démonstrations sur l'utilisation de *Pueraria* ont commencé sur dix hectares en 1996, chez quarante agriculteurs encadrés par les services de vulgarisation dans les deux zones. Il est encourageant de voir le soin apporté par ces paysans à l'installation de la plante de couverture et à sa protection, même en saison sèche. Quatre cents autres agriculteurs se sont depuis portés volontaires.

Gros plan sur un poquet de maïs semé dans un épais mulch de *Pueraria*, qui assure une protection totale contre l'enherbement. Brobo.



Niébé sur mulch de *Pueraria*. Brobo.

Epaisseur du mulch de *Pueraria* en fin de saison sèche.



# Semis direct sur couverture morte ou vive de *Pueraria* *phaseoloides*

*Pueraria phaseoloides* est une légumineuse vivace volubile, introduite en Côte d'Ivoire dans les plantations d'hévéa et de palmier à huile. Ses organes de réserve lui permettent de supporter la saison sèche sur tout le territoire ivoirien.

Le développement de *Pueraria*, dont les graines sont petites (13 g pour 1 000 grains), est lent les premières semaines après le semis. Passée cette période, la masse végétale augmente rapidement et domine totalement la flore adventice.

Sa fructification n'a lieu véritablement qu'à partir de la deuxième année (très peu de graines en première année). La dormance des graines récoltées est levée à 98 % par un trempage à l'acide sulfurique concentré pendant 20 minutes (un tiers de volume d'acide pour 2 volumes de semences). Une fois rincées à l'eau, séchées et vannées, les semences peuvent être conservées en l'état plusieurs semaines, voire plusieurs mois au froid. Le trempage à l'eau froide pendant une nuit juste avant le semis ne permet la levée que de 1 % des graines et celui à l'eau chaude (70 °C) de 20 %.

En fin de saison sèche, après une année de végétation, *Pueraria* laisse sur le sol un tapis épais de feuilles mortes. Dans de bonnes conditions, ce mulch peut atteindre 15 à 20 t/ha

de matière sèche ; il inhibe la levée de la plupart des adventices : effets d'ombrage et d'allélopathie, même sur *Striga hermonthica*, mais il ne nuit pas, contrairement à d'autres légumineuses (tableau III.1), au développement des plantes cultivées en Côte d'Ivoire.

Cette légumineuse pousse mal sur les sols très pauvres, carencés en phosphore, calcium, magnésium et oligo-éléments. L'ombrage limite sa croissance.

## Les systèmes de culture avec *Pueraria*

Pour profiter des multiples effets d'une couverture permanente des sols, les systèmes sont fondés sur l'alternance entre des phases de culture, qui ne dépassent pas un an, et des phases de *Pueraria* dont la durée n'est pas limitée. Le sol est alors toujours couvert par *Pueraria* en végétation ou par son mulch durant la période de culture.

Au nord (Tcholélévogo) et au centre (Brobo) de la zone des savanes de Côte d'Ivoire, les systèmes suivants peuvent être envisagés :



- en zone nord, maïs + *Pueraria* en culture dérobée - *Pueraria* un an au moins - culture un an - *Pueraria* un an au moins - culture un an... ;
- en zone centre, igname sur défriche - maïs + *Pueraria* en dérobée - *Pueraria* un an ou plus - culture un an - *Pueraria* un an au moins...

Maïs et *Pueraria* associés doivent être semés le plus tôt possible en mars en zone centre et début mai en zone nord. Dans ce dernier cas, *Pueraria*

et amorti dès la première année avec la production du maïs. Si le labour est effectué superficiellement en culture attelée, il faut laisser *Pueraria* en place au moins les deux années suivantes pour que son système racinaire et la macrofaune induite restructurent les horizons compactés.

Dans les zones d'élevage, *Pueraria*, très apprécié par les animaux, peut être laissé plusieurs années et pâturé modérément. La charge dépend de la période : une charge trop forte en fin de saison des pluies (à partir de septembre en zone nord) peut détruire le couvert. Un premier passage est possible en juin, puis un plus rapide en août. En revanche, la dernière année précédant la mise en culture, la parcelle est mise en défens pour produire la masse végétale destinée au mulch.



Etat du mulch de *Pueraria* après roulage et traitement herbicide. La parcelle est prête pour le semis des cultures.



commence sa croissance à la mi-juin jusqu'en novembre : ces six mois sont suffisants pour produire des organes souterrains suffisants pour survivre en saison sèche.

Sur les sols pauvres, sables gris de la zone centre, et sur les sols acides, sols argilo-sableux du nord, un apport de 1 500 kg/ha de phosphate tricalcique est nécessaire en première année, avant la confection des buttes d'ignames en zone centre et avant le labour pour l'installation de l'association maïs et *Pueraria* en zone nord.

Sur les sols compactés de la zone nord — ce qui n'est jamais le cas sur défriche en zone centre — un travail du sol profond en culture motorisée (charrue à soc, chisel) est un investissement rentable (de l'ordre de 30 000 à 40 000 FCFA par hectare)

## L'installation de *Pueraria*

Une première option, peu intéressante financièrement, est de réserver une parcelle pendant une campagne à la seule installation de *Pueraria*, pour une mise en culture dès la deuxième année. Le semis est effectué à la volée (15 kg/ha) dès les premières pluies après le travail du sol ; les semences doivent être légèrement enfouies manuellement ou avec une herse. S'il y a des risques d'envahissement par la flore adventice, un traitement de pré-levée avec de l'oxadiazon (750 g/ha) est utile.

Pour ne pas immobiliser une surface productive, la solution est de l'installer en dérobée dans une culture à faible peuplement, comme le maïs. Le plus simple est alors de semer *Pueraria* à la volée (15 kg/ha) juste avant le sarclage manuel, ce qui permet d'enfouir les semences. Sous une culture, *Pueraria* se développe peu tant que l'ombrage est important ; il doit être laissé en place l'année suivante. Les cultures ne peuvent alors être installées qu'à partir de la troisième année.



Une autre option, intéressante en culture attelée, consiste à semer *Pueraria* et maïs simultanément (herbage après semis à la volée du *Pueraria* et semis du maïs). Si besoin, le développement de *Pueraria* est contrôlé avec du 2,4-D sel d'amine (360 g/ha, 35 jours après semis). Cet itinéraire est vulgarisable si la flore adventice est inexistante, sur défriche par exemple.

## La reprise de *Pueraria* pour la mise en culture

Au moment des semis des cultures, *Pueraria* forme une végétation épaisse constituée d'un tapis de feuilles mortes et d'organes vivants qui se sont développés aux premières pluies. Un rabattage est nécessaire et il permet de diviser par deux la dose d'herbicide à appliquer pour son contrôle. Ce rabattage peut se faire grossièrement à la machette ou avec un petit rouleau de type Landais tracté par des animaux (bœufs, ânes).

Le traitement herbicide a lieu environ une semaine après rabattage, dès que la végétation commence à se relever. *Pueraria* peut être géré en couverture morte (mulch) ou vive.

### Mulch de *Pueraria*

En mulch, *Pueraria* est totalement détruit par le traitement herbicide. Plusieurs itinéraires sont vulgarisables pour des coûts relativement faibles, entre 7 000 et 17 000 FCFA/ha :

– des herbicides foliaires (pour toutes les cultures avant installation), triclopyr (240 g/ha) + 2,4-D sel d'amine (720 g/ha) ou fluroxypyr (100 g/ha) + 2,4-D sel d'amine (720 g/ha) ;

– des combinaisons d'herbicides à action foliaire et action racinaire, diuron (800 g/ha) + 2,4-D sel d'amine (720 g/ha) pour l'igname, le manioc et le coton ; atrazine (2 000 g/ha) sur le maïs.

Pour les cultures concernées, ces itinéraires sont intéressants ; ils sont bon marché et permettent de contrôler les adventices que le mulch laisse passer (*Euphorbia heterophylla*, *Rottboellia exaltata*). Dans les autres cas, s'il y a envahissement, ces adventices doivent être éliminées avant le semis de la culture avec les herbicides appropriés<sup>1</sup>.

### Couverture vive de *Pueraria*

En couverture vive, *Pueraria* n'est pas tué, mais son développement est maîtrisé par des herbicides avant et, si nécessaire, pendant les premières semaines après le semis des cultures, jusqu'à ce que la végétation forme un ombrage suffisant (tableau 1).

## La gestion des cultures en semis direct sur couverture de *Pueraria*

### La mise en place des cultures

Elle a lieu 15 jours à trois semaines après le traitement herbicide, quand le mulch s'est suffisamment tassé — le tassement par la pluie est suffisant. Les semis sont effectués en poquets ; seul l'emplacement des poquets est travaillé.



Parcelle de comportement de *Pueraria* (2<sup>e</sup> année) sur sol argilo-sableux très compacté. Tcholélevogo.

1. En zone centre, une autre solution consiste à semer *Mucuna* à forte densité (150 à 200 kg/ha de semences) dès le mois de mars (première saison des pluies). Après trois mois, *Mucuna* forme une épaisse végétation qui étouffe toutes les adventices. Le semis des cultures de deuxième cycle est possible dans le mulch laissé par *Mucuna* après sa destruction.



Tableau 1. En couverture vive, le développement de *Pueraria* est contrôlé, sans être détruit, par des herbicides. Le choix entre les itinéraires proposés dépend du prix des produits à un moment donné. Les produits à action racinaire sont en général moins chers.

#### Contrôle du *Pueraria* après rabattage

- triclopyr (120 g/ha) + 2,4-D sel d'amine (720 g/ha)  
Ce sont deux herbicides foliaires qui n'ont donc aucune action sur la culture à venir : ils ne servent qu'à contrôler ou à détruire *Pueraria*. Ils peuvent de ce fait être utilisés pour l'installation de n'importe quelle culture sur mulch de *Pueraria*.
  - diuron (400 g/ha) + 2,4-D sel d'amine (720 g/ha) pour l'igname, le manioc, le coton et le maïs
  - atrazine (1 250 g/ha) pour le maïs
- Ces deux herbicides sont sélectifs de certaines cultures ; les deux ont une action racinaire, l'atrazine a également une action foliaire.

#### Contrôle de *Pueraria* en végétation

- 2,4-D sel d'amine (360 g/ha) sur céréales
- 2,4-MCPB (400 g/ha) sur les légumineuses
- paraquat (200 g/ha) en jet dirigé sur coton, maïs, manioc, igname tuteuré
- atrazine (250 g/ha) sur maïs

Pour le semis des céréales et les plantations de manioc, une simple ouverture du mulch à la petite daba est suffisante. L'utilisation de la roue semeuse brésilienne, munie de six doigts qui s'ouvrent une fois dans le sol, assure aussi une excellente levée des céréales.

Pour les légumineuses, le mulch doit être davantage dégagé (trou de 5 cm de diamètre) pour éviter des problèmes de levée des plantules.

Les semenceaux d'igname sont placés quelques centimètres sous la surface du sol, ce qui suppose un trou d'environ 15 cm de profondeur (mulch + sol). Le peuplement conseillé est de 10 000 semenceaux par hectare (1 m x 1 m).

### La pellétisation des semences

La pellétisation des semences est une technique simple qui procure une excellente protection des cultures contre les insectes et surtout les maladies fongiques de début de cycle (en particulier pour les légumineuses), fréquentes en semis direct sur mulch, ainsi qu'un gain de productivité très intéressant sur le plan économique puisque les apports minéraux en cours de culture peuvent être diminués. Le coût est de l'ordre de 10 000 FCFA/ha.

La pellétisation consiste en un enrobage de la graine avec de la gomme arabique utilisée comme adhésif et les éléments suivants :

- phosphate tricalcique (P, Ca, Mg...) et oligo-éléments ;
- insecticide systémique imidaclopride ;
- combinaison de deux fongicides : thiabendazole et thiram.

Dosage et technique ont été mis au point pour chaque culture à la station de Bouaké, ainsi que le décrit le mode d'emploi ci-après.

#### Mode d'emploi de la pellétisation

La quantité de mélange eau + gomme par kilo de semence est donnée au tableau 2. Il faut d'abord chauffer un certain volume d'eau (à calculer en fonction du type de semence) jusqu'à ébullition. Ajouter la gomme arabique finement broyée à raison de 100 g/l d'eau. Remuer jusqu'à ce que le mélange soit homogène et laisser refroidir. Le mélange est ensuite versé lentement sur les semences en remuant continuellement. Ajouter enfin les différents produits à incorporer autour des semences, en commençant par les plus petites quantités : imidaclopride, thiabendazole, thiram ; puis oligo-éléments et, en dernier, phosphate tricalcique. Étaler, laisser sécher, mettre en sac. Les semences se conservent ainsi.



Champ de maïs envahi par *Striga hermontica*.

## La fertilisation minérale

La fertilité du sol est soit bonne au départ, soit restaurée avant de passer aux techniques de semis direct sur couverture de *Pueraria*. La fertilisation minérale n'est alors justifiée que pour la recherche de rendements très élevés. Les éléments minéraux nécessaires à chaque culture peuvent être apportés à la carte en fonction de l'état de végétation, sous des formes rapidement assimilables et à des doses toujours modestes (moins de 45 kg/ha), à la volée, sur la ligne ou au pied.

## La réinstallation du *Pueraria* dans les cultures

En couverture vive, *Pueraria* couvre rapidement le sol après la récolte des cultures et le système se pérennise sans intervention.

Il doit être ressemé s'il a été détruit par les herbicides avant l'installation des cultures. Le semis peut être effectué à la volée ; les petites graines de *Pueraria* se retrouvent sous le mulch et la germination est excellente ; il n'a pas d'effet allélopathique négatif sur lui-même.

*Pueraria* est semé 25 jours après les céréales et les légumineuses — l'espacement minimal entre les lignes de légumineuses doit être de 50 cm —, 45 jours après le cotonnier. Son développement est lent au départ et limité par la suite par manque de lumière. Il suffit que les organes de réserve soient suffisamment formés avant l'arrivée de la saison sèche pour assurer la pérennité du système. Aux premières pluies de l'année suivante, *Pueraria* se développe rapidement et domine totalement la flore adventice.

En zone centre, où la saison des pluies s'étale sur une longue période, d'autres itinéraires sont possibles

Tableau 2. Quantités (g) d'éléments pour la pellétisation d'un kilo de semence.

	Gomme arabique	Eau	Phosphate tricalcique	Nutrasof (oligo-éléments)	imidaclopride	thiabendazole	thiram
Mais	9	91	180	20	7	1	0,3
Riz	11	110	180	20	3	1	0,3
Soja	7	73	180	20	3	1	0,3
Arachide	7	73	180	20	3	1	0,3
Coton non délinté*	45	455	180	20	3,6	1	0,3
Niébé	7	73	180	20	3	1	0,3
Sorgho	9	91	180	20	3	1	0,3

\* Les quantités d'eau et de gomme arabique dépendent du taux de fibres autour de la graine.

## Les résultats de la pellétisation des semences

La pellétisation des semences permet de lever des contraintes spécifiques des techniques de semis direct sur mulch, en particulier les insectes et les maladies fongiques de début de cycle. L'effet combiné de l'enrobage avec du phosphate tricalcique, des oligo-éléments et d'une protection contre les insectes et les maladies fongiques, procure les augmentations de rendement suivantes par rapport au témoin sans intrant (figure III.7 et tableaux III.6, III. 9 du dossier intitulé « Nord et centre de la Côte d'Ivoire : jachère améliorée, semis direct et plantes de couverture») :

- 40 % pour le coton et l'arachide, 10 à 20 % pour le maïs, le soja et le niébé en zone centre ;
- 116 % pour le riz et 20 % pour le coton sur les sols argilo-sableux en zone nord.

L'apport minéral à la semence a aussi un effet très net sur la végétation de toute les cultures en début de cycle. L'imidaclopride protège efficacement les cultures durant les 60 premiers jours de végétation, même contre les termites, qui font des dégâts surtout dans le riz pluvial en zone nord. La combinaison des matières actives fongicides thiabendazole et thiram assure une bonne protection, en particulier des légumineuses, en limitant fortement les pourritures au niveau des graines et du collet.

La pellétisation, associée à des apports minéraux relativement faibles en cours de végétation sur les céréales et le cotonnier, permet d'atteindre, dans de bonnes conditions, des rendements très élevés : 4,5 t/ha en maïs, 3,6 en sorgho, 2,5 en coton, 1 en arachide et 1,25 en niébé, comme cela a été le cas en zone centre en 1996.

pour installer *Pueraria* dans les légumineuses :

- un mois avant la récolte du soja et du niébé, à la chute des premières feuilles ;
- juste avant l'arrachage de l'arachide, ce qui permet d'enfouir les semences.

Pour l'igname et le manioc, le semis de *Pueraria* doit être effectué à la fin de la petite saison sèche, à la mi-août. Il est conseillé de tuteurer l'igname afin d'éviter la compétition de ces deux espèces volubiles. Les tuteurs peuvent être constitués de plantes comme le sorgho de type *guinea* — à cycle long et photosensible (fructification tardive).

## La gestion des unités de paysage dans les systèmes avec *Pueraria*

Les soles de *Pueraria* et de cultures peuvent être alternées le long du glacis et séparées par des espèces pérennes installées perpendiculairement à la pente. Cette gestion de l'espace et des sols permet un contrôle total de l'érosion et ne demande plus la présence de cordons antiérosifs.

Il est en revanche impératif de clôturer les unités par des haies vives (*Ziziphus mucronata*) et de les protéger contre les feux de brousse (plantation d'anacardiens et de *Gmelina arborea*).



Test de techniques pour contrôler *Pueraria* avec et sans roulage et différentes matières actives herbicides. Tcholélevogo.

## Bibliographie générale

- BEAUDOU A.-G., SAYOL R., 1980. Etude pédologique de la région de Korhogo - Boundiali. Orstom, Bondy, France, n° 84, 47 p.
- BIGOT Y., 1979. L'introduction de la culture attelée en pays Sénoufo. Orstom, Bondy, France, collection Mémoires n° 89, p. 529 - 536.
- CASTA P., CHOPART J.-L., JANEAU J.-L., VALENTIN C., 1989. Mesure de ruissellement sur un sol gravillonnaire de Côte d'Ivoire après six ans de culture continue avec et sans labour. *L'Agronomie Tropicale* 44 (4) : 255-262.
- CESAR J., COULIBALY Z., 1993. Conséquence de l'accroissement démographique sur la qualité de la jachère dans le nord de la Côte d'Ivoire. Chapitre d'ouvrage. Orstom, Bondy, France, p. 415-434.
- CHARPENTIER H., 1989, 1990, 1991, 1992, 1993. Fixation de l'agriculture dans le nord de la Côte d'Ivoire. Rapports analytiques de campagne. Collection note technique, Idessa, Bouaké, Côte d'Ivoire.
- CHARPENTIER H., 1995. Fixation de l'agriculture dans le nord de la Côte d'Ivoire. Synthèse. Cirad-ca, Montpellier, France, 142 p.
- CHOPART J.-L., 1995. Etat physique du sol de parcelles paysannes du nord de la Côte d'Ivoire après cinq ans de culture continue sous différents modes de gestion du sol. Rapport. Cirad-ca, Montpellier, France, 27 p.
- DEAT M., 1995. Etude du redressement de la fertilité sur les terres à vocation cotonnière présentant des carences en éléments majeurs. *Coton et fibres tropicales* 30 (2) : 245-262.
- DOUMBIA S., 1988. Stratégie de fonctionnement des exploitations agricoles en région centre de Côte d'Ivoire. Note technique 46/syst., Idessa, Bouaké, Côte d'Ivoire, 50 p.
- DOUMBIA S., CHARPENTIER H., 1997. Stabilisation des systèmes de culture aux abords des forêts classées : l'expérience du point d'étude système de Brobo. Rapport de campagne 1997. Idessa, Bouaké, Côte d'Ivoire, 17 p.
- GIGOU J., 1986. La fertilisation des cultures vivrières en Côte d'Ivoire. Communication au colloque « International Conference on the Management and Fertilization of Upland Soil in the tropics and subtropics », 7-11 septembre 1986, Nanjing (CHN). Cirad-ca, Montpellier, France.
- GIGOU J., 1987. L'importance de la carence en phosphore pour les cultures annuelles en Côte d'Ivoire. *L'Agronomie tropicale* 42 (1) : 20-28.
- LAL R., 1976. No tillage effects on soil properties under different crops in western Nigeria. *Soil Science Society of America Proceedings* 40 : 762-768.
- LE BOURGEOIS, 1993. Les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun (Afrique). Amplitude d'habitat et degré d'infestation. Cycle de développement. Thèse de doctorat, Ustl, Montpellier, France, 241 p.
- LE ROY X., 1977. Agriculture vivrière et culture de rapport. La juxtaposition de deux types de production dans un village Senoufo du nord de la Côte d'Ivoire. Mémoire, Ustl, Montpellier, France, 163 p.
- LE ROY X., 1992. Evolution des systèmes agraires de deux communautés Senoufo du département de Boundiali dans le nord de la Côte d'Ivoire. Orstom, Bondy, France, 26 p.
- 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 sur la recherche-système en agriculture et développement rural, Montpellier, France, 21-25 novembre 1994, SEBILLOTTE M. (éditeur), communications 1 008 p. + supplément 48 p., conférences et débats 476 p. Cirad-sar, Montpellier, France, p. 507-508.
- SEGUY L., BOUZINAC S., TRENTINI A., CORTES N. A., 1996. L'agriculture brésilienne des fronts pionniers. I - La méthode de création-diffusion agricole. II - La gestion de la fertilité par le système de culture. III - Le semis direct, un mode de gestion agrobiologique des sols. *Agriculture et développement* 12 : 2-61. (Version anglaise : Brazilian frontice agriculture. Special issue, november 1999).
- SEGUY L., BOUZINAC S., E. MAEDA, N. MAEDA, 1998. Brésil : semis direct du cotonnier en grande culture motorisée. *Agriculture et développement* 17 : 3-23.
- SEMENT G., 1983. La fertilité des systèmes culturaux à base de cotonnier en Côte d'Ivoire. Neuf années d'expérimentation et d'observations multilocales (1973-1982). *Coton et fibres tropicales* 4, 40 p.
- THURIET T., 1992. Note sur la rentabilité des systèmes de culture pluviale motorisés en région centre de la Côte d'Ivoire. Minagra, Cidv, Adarc, Bouaké, Côte d'Ivoire, 31 p.
- TOURE Y., KOUASSI N. A., ZANA O., COULIBALY Z., CHARPENTIER H., 1998. Rapport d'exécution technique, projet agronomie, campagne 1997-1998. Idessa, Cidv, Bouaké, Côte d'Ivoire, 25 p.
- VALENTIN C., JANEAU J.-L., 1990. Les risques de dégradation structurale de la surface des sols en savane humide de Côte d'Ivoire. *Cahiers Orstom* 25 (1-2) : 41-52.

## Résumé...Abstract...Resumen

H. CHARPENTIER, S. DOUMBIA, Z. COULIBALY, O. ZANA  
— Fixation de l'agriculture au nord et au centre de la Côte d'Ivoire : quels nouveaux systèmes de culture ?

**Introduction :** le cotonnier, des aspects économiques aux techniques culturales.

**Gestion de terroir et techniques culturales :** des solutions simples et durables pour la filière cotonnière.

**Nord et centre de la Côte d'Ivoire :** jachère améliorée, semis direct et plantes de couverture.

Ce document synthétise les acquis de dix ans de recherche-développement dans deux dispositifs expérimentaux de plusieurs dizaines d'hectares, au nord et au centre de Côte d'Ivoire. La filière cotonnière est l'atout économique du nord, soutenue par un réseau de développement puissant. Mais l'emploi d'itinéraires techniques intensifs ne se traduit pas par des rendements croissants : 0,8 à 1,5 t/ha de coton graine, ce qui est loin des prévisions. La recherche et le développement prennent conscience des contraintes de la vulgarisation de masse ; le dispositif construit au nord a pour objectif de hiérarchiser les facteurs limitants de la production et d'apporter des solutions rentables pour les paysans, moins onéreuses et moins intensives. Une fiche technique est mise au point pour l'aménagement des terroirs (haies vives, courbes de niveau...). Les premières propositions, relatives à une agriculture classique (culture continue avec intrants), montrent certaines limites quant au maintien à long terme de la fertilité des sols. De nouveaux systèmes, fondés sur le semis direct des cultures dans une couverture végétale permanente, ont été testés. Une expérimentation les comparant avec des itinéraires classiques a été installée au nord et au centre — région de savane arbustive et d'agriculture itinérante, peu propice à la culture continue à cause de conditions climatiques aléatoires. Une fiche technique sur le semis direct dans une couverture de *Pueraria phaseoloides* a été élaborée. Les résultats obtenus apparaissent positifs aussi bien pour la rentabilité des exploitations que pour le maintien ou la restauration de la fertilité.

**Mots-clés :** rotation, zéro labour, calendrier cultural, semis direct, marge nette, valorisation du travail, maïs, cotonnier, sorgho, soja, niébé, igname, *Pueraria phaseoloides*, haie vive, aménagement, sol gravillonnaire, sol argilo-sableux, sable gris, Côte d'Ivoire.

H. CHARPENTIER, S. DOUMBIA, Z. COULIBALY, O. ZANA  
— Stabilizing agriculture in northern and central Côte d'Ivoire: what are the new farming systems?

**Introduction:** Cotton, from economic aspects to crop techniques.

**Land management and crop techniques:** simple, sustainable solutions for the cotton subsector.

**Northern and central Côte d'Ivoire:** improved fallow, direct seeding and cover plants.

This document summarizes the results obtained from ten years of research and development work on two experimental structures covering several dozen hectares in northern and central Côte d'Ivoire. The cotton subsector is the North's main economic asset, and is supported by a powerful development network. However, intensive crop management has failed to ensure increased yields: 0.8 to 1.5 t/ha of seed cotton, which is well below forecasts. Research and development are becoming increasingly aware of the constraints relating to mass extension: the structure set up in the North set out to rank the factors limiting production and provide smallholders with profitable, less costly and less intensive solutions. A technical advice note on land development has been produced (live hedges, contour lines, etc.). The first proposals, which concerned conventional agriculture (continuous cropping with inputs) have certain limitations in terms of maintaining long-term soil fertility. New systems based on direct seeding on a permanent plant cover have been tested. A trial has been set up in the North and centre of the country — a scrubby savannah region with shifting agriculture that is largely unsuitable for continuous cropping due to its variable climate-to compare them with conventional systems. A technical advice note on direct seeding on a *Pueraria phaseoloides* cover has been produced. The results obtained look promising in terms of both farm profitability and soil fertility maintenance or restoration.

**Keywords:** rotation, no-tillage, cropping calendar, direct seeding, nett margin, labour cost-effectiveness, maize, cotton, sorghum, soybean, cowpea, yam, *Pueraria phaseoloides*, live hedge, development, gravel soil, sandy clay soil, grey sand, Côte d'Ivoire.

H. CHARPENTIER, S. DOUMBIA, Z. COULIBALY, O. ZANA  
— Fijación de la agricultura en el norte y en el centro de Costa de Marfil: ¿cuales nuevos sistemas de cultivo?

**Introducción:** el algodónero, desde los aspectos económicos hasta las técnicas de cultivo.

**Gestión del terroir y técnicas de cultivo:** soluciones sencillas y sustentables para el sector algodónero.

**Norte y centro de Costa de Marfil:** barbecho mejorado, siembra directa y plantas de cobertura.

Este documento sintetiza los conocimientos de los diez años de investigación-desarrollo sobre dos dispositivos experimentales de varias decenas de hectáreas, en el norte y en el centro de Costa de Marfil. El sector algodónero es un triunfo económico del norte, sostenido por una potente red de desarrollo. Pero el empleo de itinerarios intensivos no se manifiesta por rendimientos crecientes: 0,8 a 1,5 t/ha de algodón semilla, lo que dista mucho de lo previsto. La investigación y el desarrollo se dan cuenta de los limitantes de la divulgación de masa; el dispositivo construido al norte tiene por objetivo jerarquizar los factores limitantes de la producción y traer soluciones rentables para los campesinos, menos costosas y menos intensivas. Se pone a punto una ficha técnica para el asentamiento de los terroirs (setos vivos, curvas de niveles...). Las primeras propuestas, relativas a una agricultura clásica (cultivo continuo con insumos), muestran ciertos límites en cuanto al mantenimiento a largo plazo de la fertilidad de los suelos. Se sometieron a prueba nuevos sistemas teniendo como base la siembra directa de los cultivos en una cobertura vegetal permanente. Se instaló un experimento comparándolos con itinerarios clásicos en el norte y en el centro — región de sabana arbustiva y de agricultura itinerante, poco propicia para el cultivo continuo debido a condiciones climáticas aleatorias. Se elaboró una ficha técnica sobre la siembra directa en una cobertura de *Pueraria phaseoloides*. Los resultados logrados parecen positivos tanto para la rentabilidad de las explotaciones como para el mantenimiento o la restauración de la fertilidad.

**Palabras-claves:** rotación, cero labranza, calendario de cultivo, siembra directa, margen neto, valorización del trabajo, maíz, algodónero, sorgo, soja, niebe, ñame, *Pueraria phaseoloides*, seto vivo, asentamiento, suelo de gravillas, suelo arcillo-arenoso, arena gris, Costa de Marfil.