

Potentiel et effets des résidus de culture de canne à sucre pour la conservation des sols ferrallitiques d'une exploitation agricole de la région de Mbandjock (sud Cameroun)

E. Tolale₍₁₎, R. Yongue-Fouateu₍₁₎, Z. Boli Baboule₍₂₎ et P. Bilong₍₃₎

1) DST Faculté des Sciences, Université de Yaoundé1, B.P. 812 Yaoundé, Cameroun

2) IRAD, B.P.2123 Yaoundé, Cameroun

3) Faculté des Sciences, Université de Douala, Cameroun

RÉSUMÉ

Des problèmes de dégradation des sols se sont posés avec acuité ces dernières années à la Société Sucrière du Cameroun (SOSUCAM) à Mbandjock (Sud Cameroun) où près de 20 000 ha de terres sont exploités en culture pluviale de canne à sucre. Du diagnostic du risque érosif mené dans l'exploitation, il ressort que l'itinéraire technique cultural et les pistes sont des facteurs qui aggravent les effets nocifs des eaux de pluies sur les sols et sur les cultures. L'approche de gestion de ce risque intègre l'utilisation des résidus de plantation de canne dans la maîtrise du ruissellement et de l'érosion sur les versants par le paillage des pistes de limite des parcelles (pistes de carreaux) orientées dans le sens des écoulements des eaux.

Les résidus de culture générés au niveau des différentes séquences de la culture (récolte des semences, plantation, récolte de production après brûlage) sont d'une part caractérisés et quantifiés en procédant par l'échantillonnage, le triage, le séchage et la pesée à poids constant ; d'autre part, on apprécie la distribution spatiale des résidus et la dynamique superficielle du sol par le suivi des états de surface du sol sur les pistes et les cultures.

Les résultats montrent que les résidus de culture de canne à sucre sont constitués de paille, de bouts blancs, de morceaux et de tiges entières de canne. La fréquence de distribution des différents types de résidus varie en fonction de la séquence de culture et du temps. Les parcelles semencières laissent à la récolte en moyenne 15 t ha⁻¹ de matière sèche ; les parcelles récoltées après brûlage en laissent environ 8 t ha⁻¹, les parcelles de plantation 6 t ha⁻¹. Sur les pistes récemment paillées, on en a observé 3,5 t ha⁻¹ contre 1 t ha⁻¹ sur celle paillée depuis un an. Dans les chantiers de plantation, la masse de résidus aux lieux de livraison des semences par unité d'exploitation (carreau) semble suffisante pour pailler les pistes à une charge de plus de 10 t ha⁻¹. L'efficacité de ce paillage dépend de la richesse des résidus en bouts blancs et en tiges de canne entières ou en morceaux, et de la régularité du profil transversal de la piste.

Les résidus de récolte de canne entretiennent l'ouverture du sol, améliorant de ce fait sa perméabilité et freinant l'érosion. La protection du sol semble plus efficace dans le système de production sans brûlage, et pourrait être meilleure si les travaux de préparation du sol étaient réduits.

Mots clés

Cameroun, canne à sucre, ruissellement, état de surface, résidus de culture, paillage.

SUMMARY

POTENTIAL AND EFFECTS OF SUGAR CANE GROWING RESIDUES ON THE CONSERVATION OF FERRALITIC SOILS IN A FARM OF THE MBANDJOCK REGION (SOUTH CAMEROON)

Over the past years, soil degradation has been an acute problem at the Cameroon sugar company (SOSUCAM) in the Southern Cameroon (figure 1), where 20 000 ha have been cultivated, since forty years.

From a diagnosis of erosion risk factors carried on in the farm it is noticed that along the farming technical itinerary (table 1), the runoff from rainfall, worsened along the paths (figure 2), is the main cause of this degradation.

In this study, the proposed approach in managing erosion risks involves the use of sugar cane residues for mulching of the paths and the cultivated plots in order to prevent the run off and down-slope erosion.

Along the growing cycle (seed's harvest, planting, harvest after burning of the sugar cane crop), representing six phases of use of plots namely: a first harvest green (unburn) plot, a second harvest green plot, a burn harvest plot, a replanting plot, a piled path from the previous harvest, and a newly piled path, the residues produced are characterized and quantified, during the short rainy season (April - July), through sampling (figure 3), sorting out, drying and weighing. Also, spatial distribution of the residues and the observation of erosion features on the soil surface along the paths and cultivated plots are carried on.

The results indicated that the harvest residues are mainly sugar cane straw, sugar cane white tip, lumps or whole stalks.

Their distribution varied in the growing cycle along the 3 months observation (tables 2, 3, and 4: 15 t ha⁻¹ of dry material, respectively on the seed plot of land, 8 t ha⁻¹ on the burnt harvested plot, 6 t ha⁻¹ on the planting plot; and 3,5 t ha⁻¹ on the newly piled path versus 1 t ha⁻¹ on the path piled during the previous harvest, since one year.

The production system of SOSUCAM generates enough residues in type and quantities in the plantation for suitable coverage and efficient mulching of cultivated plots and paths.

The effectiveness of the mulching is dependent on the abundance of white tips, lumps and stalks of sugar cane and the regularity of the paths profile.

The residues maintain the soil's porosity, improving its permeability and slowing down the erosion. The protection of the soil is good when cropping without burning and could be better if soil tillage is reduced.

Key-words

Cameroon, sugar cane, runoff, soil surface features, harvest residues, mulching.

RESUMEN

POTENCIAL Y EFECTOS DE LOS RESIDUOS DE CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS FERRALÍTICOS DE UNA EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE LA REGIÓN DE MBANDJOCK (SUR DE CAMERÚN)

Problemas de degradación de suelos se plantearon con acuidad estos últimos años a la Sociedad Azucarera de Camerún (SOCUCAM) a Mbandjock (sur de Camerún) donde cerca de 20 000 ha de tierras se explotan en cultivo de temporal de caña de azúcar. El diagnóstico del riesgo erosivo realizado en la finca, mostró que el itinerario técnico de cultivo y las pistas son los factores que empeoran los efectos nocivos de las aguas de lluvias sobre los suelos y los cultivos. El manejo de gestión de este riesgo integra el uso de los residuos de plantación de caña por el control del escurrimiento y de la erosión en las vertientes con pajote sobre las pistas en límite de parcelas orientadas en el sentido de los escurrimientos de aguas.

Los residuos de cultivo generados al nivel de las diferentes secuencias del cultivo (cosecha de las semillas, plantación, cosecha de producción después de quema) son de un lado caracterizados y cuantificados por el muestreo, la selección, el secado y la pesada a peso constante; de otro lado se aprecia la distribución espacial de los residuos y de la dinámica superficial del suelo por el seguimiento de los estados de superficie del suelo sobre las pistas y los cultivos.

Los resultados muestran que los residuos de cultivo de caña azucarera están constituidos de paja, de puntas blancas, de pedazos y de tallos enteros de caña. La frecuencia de distribución de los diferentes tipos de residuos varía en función de la secuencia de cultivo y de

tiempo. Las parcelas portagranos dejan después de la cosecha en promedio 15 t ha^{-1} de materia seca; las parcelas cosechadas después de quema dejan aproximadamente 8 t ha^{-1} , las parcelas de plantación 6 t ha^{-1} . Sobre las pistas recientemente cubiertas con pajote, se observa $3,5 \text{ t ha}^{-1}$ y 1 t ha^{-1} sobre las pistas cubiertas con pajote desde un año. En las obras de plantación, la masa de residuos en los lugares de entrega de las semillas por unidad de explotación parece suficiente para cubrir con pajote las pistas con una carga de más de 10 t ha^{-1} . La eficacia de este pajote depende de la riqueza de los residuos en puntas blancas y en talla de caña entera o en pedazos, y de la regularidad del perfil transversal de la pista.

Los residuos de cosecha de caña entretienen la abierta del suelo, mejorando su permeabilidad y frenando la erosión. La protección del suelo parece más eficaz en el sistema de producción sin quema, y podría ser mejor si se reducían las obras de preparación del suelo.

Palabras clave

Camerún, caña de azúcar, escurrimiento, estado de superficie, residuos de cultivo, pajote.

Les problèmes de conservation des sols se posent avec acuité au sein des vastes exploitations agro-industrielles (Duchaufour, 1997; Dutil, 1984). La mise en culture intensive entraîne la dégradation des sols tropicaux (Moreau, 1983). L'érosion hydrique est la manifestation la plus courante. Des travaux effectués sur des sites de cultures annuelles dans les régions tropicales humides de Côte d'Ivoire (Roose, 1980) et du Cameroun (Bep à Ziem *et al.*, 1996; Boli, 1996) ont montré ces phénomènes d'érosion hydrique. La baisse de productivité en culture intensive du coton dans le nord du pays a été justifiée par ces phénomènes; dans ce cadre, Boli (1996) a proposé des normes d'une agriculture intensive et durable.

Dans le sud du pays, la Société Sucrière du Cameroun (SOSUCAM) exploite ses terres pour la culture de canne à sucre depuis une quarantaine d'années. Elle connaît aujourd'hui des problèmes de dégradation de sol liés à l'érosion hydrique. En effet, compte tenu des conditions naturelles avec notamment l'agressivité des pluies, la canne à sucre (comme la plupart des cultures vivrières et industrielles) n'arrive pas à couvrir suffisamment le sol avant la période critique de fortes averses (Roose, 1994). Du diagnostic du risque érosif des terres de la SOSUCAM (Girault *et al.*, 1999), il ressort que le système de culture est le principal facteur de dégradation du sol. Cette dégradation se manifeste sur le terrain par une intensification du ruissellement et l'érosion des versants. La stratégie de gestion préconise d'une part, de maîtriser le ruissellement par l'amélioration de la capacité d'infiltration du sol et la réduction des vitesses d'écoulement des eaux; d'autre part, de stabiliser les terres sur les versants. Ces approches de solutions préconisent sur certaines des parcelles, l'utilisation des

résidus de culture sous forme de paillage comme élément stabilisateur du sol et comme élément de maîtrise des écoulements des eaux de pluie. Or en culture industrielle, il n'est pas toujours aisé de se procurer la masse de matière verte nécessaire pour pailler de façon économique.

Le présent travail se propose d'évaluer le potentiel de biomasse de résidus de culture générés par le système de production à la SOSUCAM, et d'apprécier ensuite les effets des résidus sur la dynamique de la surface du sol pendant le cycle cultural dans ce système de production.

La méthodologie de travail consistera d'abord à caractériser et à quantifier les résidus de culture de canne à sucre dans les différentes phases de l'itinéraire technique de production et, ensuite à apprécier ses effets sur la surface du sol pendant une saison pluvieuse du cycle de production.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Le site d'exploitation

Le complexe sucrier de la SOSUCAM est situé à environ 100 km au Nord de la ville de Yaoundé, le long de la route nationale N° 1 reliant Yaoundé à Nanga-Eboko dans la région de Mbandjock - Nkoteng dans le Sud du Cameroun, entre les coordonnées géographiques suivantes : $11^{\circ}51'$ - $12^{\circ}10'$ de longitude Est, $4^{\circ}20'$ - $4^{\circ}35'$ de latitude Nord, (figure 1).

Le climat est subéquatorial à quatre saisons (Suchel 1987) : deux

Figure 1 - Localisation du complexe sucrier de la SOSUCAM ;
 A- Le Cameroun en Afrique ; B - Le Sud Cameroun
 C- Le Site Sucrier SOSUCAM.

Figure 1 - Localisation of the Cameroon Sugar Company (SOSUCAM) ; A- Cameroon in Africa ; B- Southern Cameroon
 C- The SOSUCAM site

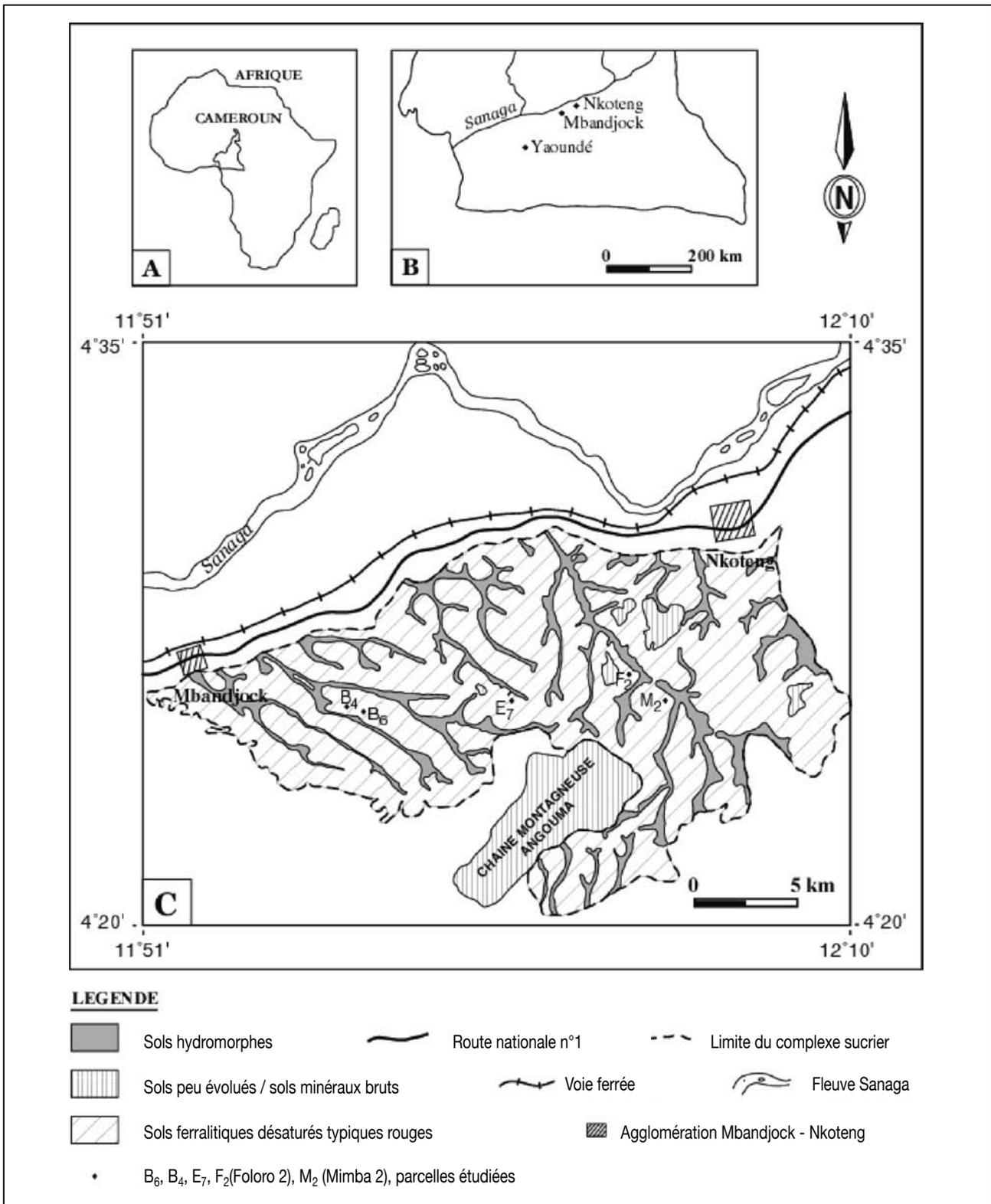


Tableau 1 - Principales composantes de l'itinéraire technique cultural appliqué à la canne à sucre à la SOSUCAM (Girault *et al.*, 1999)**Table 1** - The technical itinerary in SOSUCAM.

Opérations	Types engin puissance	Outil travaillant	Date de réalisation
Sous-solage Epanchage des écumes	D8 300 CV	Ripper 3 dents	décembre à mars
Round up	MASSEY 290 95 CV	Pulvérisateur EVRARD	mars – juin – juillet
Pulvérisation lourde	CAMECO 345 B 185 CV	ROME MASSER 12 x 36,	avril – août – septembre
Pulvérisation légère	CAMECO 34 185 CV	ROME PLOW 36 x 24,	avril – août – septembre
Sillonage	MASSEY 399 104 CV	Corps sillonneur 3 dents	avril – août – septembre
Plantation	Manuel	Machette	mai – août – septembre
Chaulage (avant sous - solage)	MASSEY 399 104 CV	Epancheur Moulon LEGRAS	janvier – février
Epanchage 1 (NPK)	MASSEY 3090	Epancheur AMAZONE	janvier – février – mars
Herbicide	MASSEY 29 – 3060	Pulvérisateur EVRARD	novembre – juin
Epanchage 2	MASSEY 399 104 CV	Epancheur Moulon LEGRAS	novembre – juin
Sarclage	Manuel	Houes	juin – nov. – décembre

saisons sèches (de mi-novembre à mi-mars et de juillet à août) et deux saisons de pluies (de septembre à mi-novembre et de mi-mars à juillet). La végétation naturelle est constituée de savane arbustive péristore (Villiers, 1995) avec la forêt galerie au niveau des bas fonds. Le substratum géologique est constitué par des roches métamorphiques du socle ancien du Précambrien (Vallée, 1973). Le relief ondulé est caractérisé par une succession d'interfluves d'altitude comprise entre 600 et 700 m, qui s'abaissent mollement en escaliers arrondis du Sud vers le Nord, vers le fleuve Sanaga et ses affluents (Girault *et al.*, 1999) ; ces interfluves sont dominés au Sud par le massif Angouma (altitude 1 023 m)

La couverture pédologique de la région Mbandjock-Nkoteng (75 % de la superficie), appartient au domaine des sols ferrallitiques désaturés du plateau sud camerounais aux cotés des sols peu évolués et minéraux bruts (5 %) sur les massifs résiduels et des sols hydromorphes (20 %) qui couvrent les bas-fonds, *figure 1*.

Il s'agit de sols ferrallitiques rouges généralement épais (1 à 5 m) et de couleur vive (Bindzi Tsala, 1967). Le profil pédologique montre en surface (0-10 cm) un horizon organo-minéral brun rouge sombre (5YR3/2) de texture argilo-sableuse, de structure finement grumeleuse avec un chevelu racinaire important. L'horizon suivant (10-30 cm) brun rougeâtre (2,5YR 4/4), de texture argilo-sableuse et de structure polyédrique moyenne a de nombreuses racines. L'horizon sous-jacent (30-110 cm) est rouge (2,5YR 4/6), de texture argileuse, avec des nodules ferrugineux millimétriques épars à la base. Plus en profondeur (110-190 cm), la proportion et la taille des nodules ferrugineux augmentent, caractérisant un horizon nodulaire. Ces sols sont caractérisés par une teneur en argile (kaolinite)

comprise entre 45 et 60 % ; le caractère plus argileux en profondeur se marque par la présence, vers 90 cm, des revêtements argileux (Moukouri Kuoh, 1974).

Dans les parties hautes des toposéquences sur plateau cuirassé, l'épaisseur du sol est plus faible et la proportion en éléments grossiers est importante ; aussi dans les parties basses des toposéquences, une carapace ferrugineuse existe généralement à faible profondeur. Les sols ferrallitiques rouges des flancs de collines représentent les ¾ de la surface cultivée.

La canne à sucre est exploitée en repousse et en culture pluviale sur les sols ferrallitiques le long des interfluves, en sommet de colline et sur les versants. L'itinéraire technique de culture est résumé dans le *tableau 1* (Girault *et al.*, 1999).

Les surfaces de production couvrent près de 20 000 ha et sont subdivisées en surfaces cultivées et en pistes d'exploitation (de largeur variant entre 3 et 12 m). Les surfaces cultivées sont découpées en carreaux regroupés en blocs, formant des parcelles. La parcelle est l'unité d'exploitation. Les superficies moyennes du carreau, du bloc et de la parcelle sont respectivement de 3, 23, et 90 ha ; ces parcelles portent des dénominations (A, B, C... Evié, Fofono...) données par l'exploitant au fur et à mesure du développement des surfaces de production. Les différentes unités d'exploitation sont séparées par des pistes.

Après une quarantaine d'années d'exploitation intensive des terres, les marques de l'érosion hydrique sont visibles, *figure 2* : dénudations au niveau des souches de canne, rigoles et ravines dans les parcelles cultivées et le long des pistes d'exploitation,

Figure 2 - Les marques de l'érosion hydrique

- A- Dénudation des souches de cannes à sucre
- B- Rigole sur une piste d'exploitation
- C- Affleurement de la carapace ferrallitique (c) et ravinement
- D- Dépôts de sédiments sableux en bas de pente (affaissement dû au passage d'un piéton)

Figure 2 - Soil erosion features

- A- Bared sugar cane stock
- B- Rill in a path
- C- Outcrop of a ferrilic duripan and rill
- D- Sand deposits on down slope



décapage et affleurement de carapace ferrugineuse, dépôts de sédiments au niveau des bas de pente.

Cette forte dégradation des terres entraîne non seulement une réduction des rendements mais aussi induit des coûts supplémentaires de production en accroissant les pertes de temps, les charges de travail et d'entretien du matériel roulant.

La stratégie préconisée (Girault *et al.*, 1999) et adoptée pour remédier à la situation a consisté en la gestion du ruissellement, d'une part à travers la maîtrise des écoulements d'eau de pluie sur les surfaces cultivées et les pistes (refonte du maillage des pistes, cultures en courbe de niveau, mise en place de fossés de diversion et micro-barrages) et, d'autre part, à travers la maîtrise de l'érosion des versants (stabilisation des terres par le biais de la couverture du sol : enherbement des voies d'eau, paillage des pistes de carreaux et maintien des résidus de culture en surface).

Le système d'exploitation pratiqué présente 6 principales phases d'utilisation des terres, et partant, de production de résidus de culture variables. Les états de surface liés à ces 6 phases d'utilisation

sont les suivants : les surfaces nues, paillées ou enherbées représentées par les pistes ; les surfaces de repousses caractérisées par le brûlage ou non avant la récolte ; les surfaces de replantation caractérisées par le travail du sol.

Six sites d'études, *figure 1*, correspondant aux phases d'utilisation des terres et considérés comme parcelles traitements, ont été sélectionnés pour la présente étude.

- Piste de carreau paillée lors de la plantation de la campagne précédente (PP1) dans la parcelle Fofono 2 caractérisée par un sol ferrallitique peu profond.
- Piste de carreau nouvellement paillée (PP2) dans la parcelle B6 située en haut de flanc de l'interfluve. Les pistes séparant les différents carreaux de cette parcelle sont paillées avec les restes de résidus de canne de plantation.
- Parcelle de première récolte sans brûlage (PSB1) dans la parcelle Mimba 2 située en sommet d'interfluve, avec un sol ferrallitique nodulaire en surface ; le carreau étudié a une superficie de 3 ha. Ce carreau a été planté en canne après préparation du sol et

Tableau 2 - Caractéristiques physico-chimiques des sols (0-30 cm) de la SOSUCAM (Archives SOSUCAM, 1999)**Table 2** - Physico-chemical characteristics of topsoils (0-30 cm) (SOSUCAM, 1999).

Parcelle	Granulométrie					Réserve en eau					MO %		pH		CEC	S
	A	Lf	Lg	Sf	Sg	pF 2,5 %	pF 3 %	pF 4,2 %	RU %	RFU mm	Mat. Org	Azote	eau	KCl		
Mimba2	27,20	2,10	2,60	20,40	47,80	13,58	11,08	9,34	4,24	45,20	1,07	0,41	4,85	3,95	2,08	0,92
E7	28,40	3,20	4,10	28,40	36,00	15,45	14,12	12,35	3,10	33,10	1,7	0,84	5,15	4,05	2,21	1,47
B6	44,30	4,60	0,30	24,20	26,70	20,28	17,54	13,14	7,14	76,2	2,13	1,89	4,45	3,85	2,26	0,54
B4	29,10	12,20	9,10	22,9	26,70	20,23	16,23	13,37	6,86	73,2	2,11	0,86	4,70	3,90	2,05	0,88
Fofono2	16,90	4,60	2,30	16,90	59,20	11,84	8,92	6,69	5,15	54,9	1,30	0,50	5,15	4,10	1,30	1,01

la première récolte de canne sans brûlage, canne destinée à la semence de pépinière. Au début de l'étude, la surface du carreau est couverte de résidus de culture.

- Parcelle de deuxième récolte sans brûlage (PSB2) dans la parcelle E7 située au Nord de la chaîne montagneuse Angouma, en bas de pente de l'interfluve; dans le carreau d'étude ayant une superficie de 2,64 ha, le sol ferrallitique est nodulaire en surface. La production y est destinée à la semence de deuxième génération. Au début de l'étude, la surface du carreau est couverte de résidus de culture.

- Parcelle de troisième récolte avec brûlage en début d'étude (PB) dans la parcelle B4 qui jouxte la parcelle B6 située en haut de flanc de l'interfluve avec une superficie de 3,2 ha et présentant un sol ferrallitique légèrement nodulaire. Le produit de la récolte est destiné à la production de sucre.

- Parcelle de replantation (PR) dans la parcelle B6 à caractéristiques similaires à celles de la parcelle B4, le carreau étudié a une superficie de 3,03 ha. Ce carreau, après la huitième récolte, a subi une préparation du sol (sous - solage, affinage...) avant la plantation au début de l'étude.

La caractérisation physico-chimique des sols a été effectuée sur des échantillons prélevés dans les 30 premiers centimètres au sein de différents carreaux, à raison d'un échantillon moyen par hectare.

Les analyses ont été menées dans les laboratoires du CIRAD à Montpellier en France. Les résultats sont indiqués dans le *tableau 2*.

Tous les sols étudiés ont une texture argilo-sableuse à l'exception de Fofono qui a une texture sablo-argileuse. Le taux de matière organique est faible (entre 1 et 2 %). Le sol est acide (pH entre 4,40 et 5,15). La capacité d'échange cationique est très faible (1,30 à 2,26 Cmol⁺.kg⁻¹), de même que la somme des bases échangeables. Il apparaît qu'il s'agit de sols ferrallitiques désaturés.

Méthodes d'étude

Pour évaluer le potentiel de résidus de canne à sucre généré par le système de culture et apprécier les effets de ces résidus sur la surface du sol, l'étude a été menée pendant une saison pluvieuse du cycle cultural (avril à juillet).

Le dispositif expérimental a consisté à délimiter des parcelles rectangulaires de 100 m² de surface (5 m de large perpendiculaire à la ligne de plantation et 20 m de long, *figure 3a*) à l'intérieur du carreau (en évitant les effets de bordures). Dans chaque site d'observation, six parcelles rectangulaires sont ainsi distinguées : une parcelle pour l'évaluation du potentiel de résidus de canne à sucre et cinq parcelles pour les observations des états de surface.

La caractérisation et la quantification des résidus de canne s'est effectuée au début du mois d'avril dans toutes les parcelles étudiées à savoir après la récolte pour les parcelles de récolte (PSB1, PSB2, PB), après le sous-solage pour la parcelle de replantation (PR), 7 mois après le paillage pour la piste paillée de la campagne précédente (PP1). La piste nouvellement paillée (PP2) n'a fait l'objet que d'une évaluation du potentiel de biomasse de résidus de canne à sucre.

La caractérisation a consisté à dénombrer les types de résidus rencontrés sur le terrain, estimer le poids moyen à l'état sec des différents types de résidus après séchage à l'étuve ventilée à 105 °C, estimer la proportion par type de résidus. La détermination des proportions est effectuée sur des micro-parcelles de 1 m² pour les parcelles de récolte sans brûlage (PSB1 ; PSB2) et la piste nouvellement paillée (PP2) (*figure 3b*), et sur des micro-parcelles de 5 m² pour les parcelles de récolte après brûlage (PB) et de replantation (PR), de même que sur la piste paillée de la campagne précédente (PP1), *figure 3c*. Ces micro-parcelles sont délimitées dans la parcelle d'observation de 100 m². La différence de taille des micro-parcelles dans la parcelle d'expérimentation répond au souci de rencontrer tous les types de surface. Les résidus des parcelles d'expérimentation sont pesés à l'aide d'une balance bascule. Un

Figure 3 - Le dispositif expérimental

A- Parcelle d'observation (100 m²) dans un carreau (3 ha) limité par des pistes d'exploitation

B- Micro-parcelles d'échantillonnage de 1 m² dans la parcelle d'observation pour les parcelles de récolte sans brûlage (PSB1 ; PSB2) et la piste nouvellement paillée (PP2)

C- Micro parcelles d'échantillonnage de 5 m² dans la parcelle d'observation pour les parcelles de récolte après brûlage (PB), de replantation (PR) et la piste paillée de la campagne précédente (PP1)

D- Diagonales d'observation.

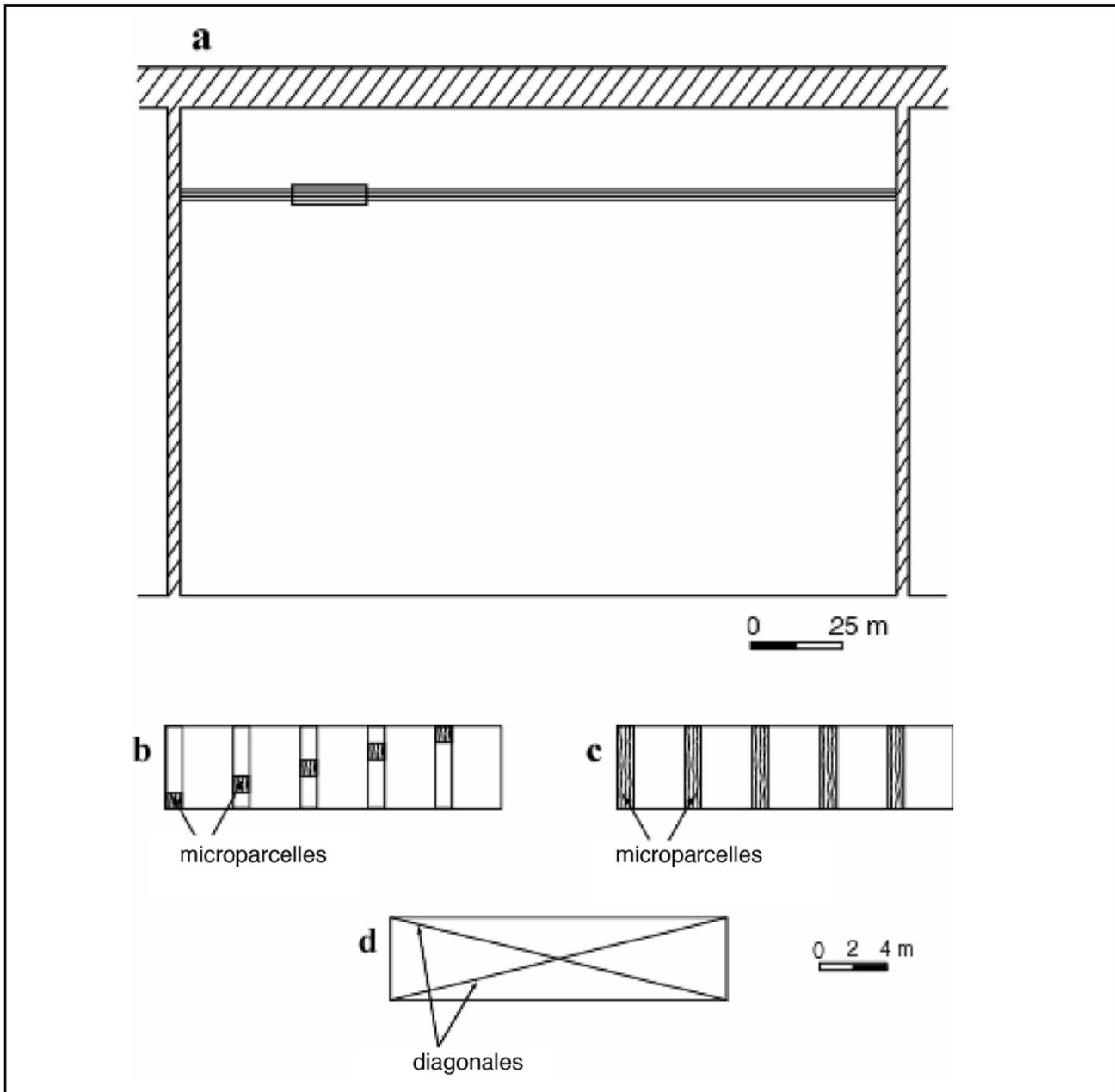
Figure 3 - The experimental design

A- A 100 m² observation plot limited by paths

B- 1 m² micro-plot for sampling for a first harvest green (unburn) plot, a second harvest green plot, and a newly piled path

C- 5 m² micro-plot for sampling for a burn harvest plot and a replanting plot

D- Lines for observations



échantillon représentatif de résidus est pesé, puis séché à l'étuve et pesé de nouveau pour l'obtention du taux d'humidité. L'estimation du poids des résidus secs par hectare est obtenue par extrapolation du poids de résidus secs de la parcelle d'expérimentation.

La caractérisation et la quantification des états de surface ont été effectuées d'avril à juillet, du début à la fin de la petite saison des pluies suivant la méthode des points quadrat (Roose, 1996).

Ce travail s'est fait en 3 temps correspondant à différentes situations au sein des parcelles étudiées :

- en avril, à l'état initial, la situation est la même que pour la caractérisation et la quantification des résidus telle que décrite précédemment ;
- en mai, un mois après la première observation, à savoir, après la levée pour les parcelles de repousse (PSB1, PSB2, PB), après la plantation pour la parcelle de replantation (PR) et 8 mois après le paillage pour la piste paillée de la campagne précédente (PP1) ;
- en juillet, trois mois après la première observation, à savoir, après le sarclage pour les parcelles de repousse (PSB1, PSB2, PB), 3 mois après la plantation pour la parcelle de replantation (PR) et 12 mois après le paillage pour la piste paillée de la campagne précédente (PP1).

La méthode des points quadrat développée par Roose (1996) a été adaptée aux conditions de la culture de la canne à sucre. Le choix des diagonales à la place des parallèles préconisées par la méthode est dicté par la disposition de la ligne de plantation et le souci de rencontrer tous les types d'état de surface. La méthode consiste à :

- matérialiser sur la parcelle rectangulaire de 100 m² décrite au paragraphe précédent (*figure 3a*), deux diagonales sur lesquelles des observations sont effectuées tous les 10 cm à raison d'au moins 200 observations par diagonale soit 400 observations par parcelle d'observation (*figure 3d*),
- faire un inventaire des états de surface élémentaire,
- noter le type d'état de surface rencontré tous les 10 cm,
- regrouper les états de surface élémentaire en quatre grands groupes à savoir : surfaces fermées, surfaces ouvertes, surfaces nues et surfaces couvertes, la somme de surfaces fermées et ouvertes étant égale à 100 %. De même, la somme des surfaces couvertes et nues est égale à 100 %.

Au total, l'étude des résidus s'est faite en une phase dans chaque parcelle d'observation de 100 m² (PP1, PP2, PSB1, PSB2, PB et PR) et à chaque fois dans 5 micro-parcelles de 5 m² ou de 1 m² (soit cinq répétitions faisant un total de 30 micro-parcelles).

Compte tenu de ce qu'une parcelle a été réservée pour l'évaluation du potentiel de résidus de canne à sucre, l'observation des états de surface s'est faite en 3 phases dans 5 parcelles d'observation de 100 m² dans les mêmes parcelles traitements (soit un total de 25 parcelles d'observation). La précision dans les mesures et les observations des états de surface dépend de l'application de l'observateur.

Les statistiques descriptives ont été utilisées pour quantifier la variabilité des données obtenues. Ces statistiques intègrent le calcul de la moyenne et de l'écart-type. Les moyennes ont été séparées par la méthode de Tukey HSD. L'analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour évaluer l'effet des traitements sur les quantités de résidus de canne à sucre et sur les caractéristiques globales de surface (type d'ouverture, type de couverture). Les résultats sont significatifs jusqu'au seuil de 5 %. La corrélation linéaire de Pearson a permis de mettre en évidence les relations qui existent entre les différents états de surface élémentaire, elle a été significative à $P < 0,01$.

RÉSULTATS

Type et proportion de résidus de canne

Au début de l'étude, l'épaisseur des résidus est de 30 cm sur les parcelles récoltées sans brûlage (PSB1 et PSB2) et la piste nouvellement paillée (PP2), et de 10 cm sur la parcelle brûlée (PB). La piste paillée de la campagne précédente (PP1) et la parcelle de replantation (PR) montrent des résidus épars ne couvrant pas bien le sol.

Après un mois, on observe une baisse de l'épaisseur de résidus de l'ordre de 20 cm (sur PSB1, PSB2 et PP2). Dans les parcelles étudiées, quatre types de résidus de canne s'observent :

- bout blanc (extrémité non mûre de canne sans feuille)
- paille (correspondant aux feuilles sèches ou vertes de la tige de canne)
- morceaux de canne (bouts de canne de longueur variable laissés sur le terrain lors des opérations de manutention et de transport),
- canne entière (tige de canne usuable abandonnée lors de la récolte).

Les quatre types de résidus de canne s'observent en proportions variées dans les six sites étudiés.

L'estimation du poids sec moyen par type de résidu obtenu par pesée et leurs distributions en fonction des traitements figurent dans le *tableau 3*.

Le poids sec par type de résidu varie de 15 à 181 grammes, et obéit au gradient paille (15,60) < bout blanc (22,90) < morceaux de canne (52,48) < tige de canne entière (181,10).

La distribution des types de résidus de canne (en pourcentage) dans les parcelles suit globalement le gradient suivant : paille > bout blanc > morceaux de canne > tige de canne entière.

Les parcelles de récolte sans brûlage (PSB1 et PSB2) présentent un pourcentage de paille supérieur à 70 %.

La piste nouvellement paillée (PP2) présente des similitudes de répartition avec les parcelles de repousse (parcelle de première récolte et celle de deuxième récolte sans brûlage, parcelle brûlée et parcelle de replantation) à la différence près que l'on retrouve plus de morceaux de canne que de bouts blancs.

Tableau 3 - Poids sec moyen (en gramme) et distribution des types de résidus de canne à sucre (en pourcentage)**Table 3** - Dry weight (g) and the distribution (%) of the harvest residues.

Nature du résidu	Paille	Bout blanc	Morceau de canne	Tige entière de canne
Poids sec moyen	15,60	22,90	52,48	181,10
Traitement				
Piste paillée de la campagne précédente (PP1)	0	20	80	0
Piste nouvellement paillée (PP2)	71	7	20	2
Parcelle de première récolte sans brûlage (PSB1)	82	10	5	3
Parcelle de deuxième récolte sans brûlage (PSB2)	79	11	6	4
Parcelle de récolte après brûlage (PB)	56	29	14	1
Parcelle de replantation (PR)	7	43	30	20

Tableau 4 - Estimation de la masse de résidus de canne à sucre à l'hectare (tonne ha⁻¹)**Table 4** - Weight of the harvest residues per hectare of cultivated plot (t ha⁻¹).

Traitement	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	moyen	Ecart type
Parcelle de 1 ^{re} récolte sans brûlage (PBS1)	15,85	16,07	14,08	17,11	14,01	15,42 a	1,34
Parcelle de deuxième récolte sans brûla (PBS2)	14,10	13,70	12,61	15,30	13,20	13,78 a	1,01
Parcelle récolte après brûlage (PB)	9,34	7,49	8,32	10,36	8,93	8,88 b	1,07
Parcelle de replantation (PR)	7,17	6,35	6,92	4,9	7,12	6,49 c	0,94
Piste paillée de la campagne précédente (PP1)	1,15	0,89	0,94	0,71	1,01	0,94 d	0,16
Piste nouvellement paillée (PP2)	3,96	3,61	3,45	4,12	3,26	3,78 e	0,34

(Rep = répétition. Les lettres a, b... indiquent des valeurs statistiques différentes au seuil 3 %)

La piste paillée de la campagne précédente (PP1) présente une proportion de plus de 70 % de fragments de canne.

La parcelle de replantation (PR) et la piste paillée de la campagne précédente (PP1) présentent de faibles pourcentages de paille (inférieurs à 10 %) et l'essentiel des résidus est constitué de bouts blancs (43 et 20 %) et de morceaux de canne (30 et 80 % respectivement).

L'estimation de la masse de résidus à l'hectare par parcelle traitement (après la pesée et extrapolation) est indiquée dans le tableau 4.

La paille constitue l'essentiel des résidus. Et en termes de poids, elle représente le résidu le moins dense. Les parcelles de récolte sans brûlage (PSB1 et PSB2) recèlent plus de résidus (plus de 13 t ha⁻¹) que les autres traitements (8 à 3 t ha⁻¹). Le paillage ne couvre la piste que pour un temps limité.

Types de surfaces élémentaires

Afin de suivre l'évolution des états surface du début à la fin de la petite saison des pluies (avril à juillet), et considérant qu'une surface élémentaire est caractérisée par le couvert végétal, la surface du sol et les organisations pelliculaires de surface (OPS) ayant subi les actions du climat, de la mésofaune et de l'homme, les différenciations suivantes ont été inventoriées dans les parcelles étudiées :

- croûte de sédimentation (correspond à la définition des OPS par Valentin, 1981) ;
- semelles de tassement (constituées de traces de passage d'engins de travaux agricoles) ;
- surface de caillou apparent (surface de caillou pris dans la masse du sol) ;
- pellicule de battance (constituée de surfaces érodées par l'action de la goutte d'eau de pluie) ;
- épandage de sable (surface recouverte de dépôts de sable libre) ;
- fissures (constituées de toutes les formes d'ouvertures du sol autres que celles créées par l'activité biologique) ;

- galeries de mésofaune (états de surface constitués de manifestation d'activités de fourmis et de termites);
- mottes de terre de diamètre inférieur à 1 cm;
- mottes de terre de diamètre supérieur à 1 cm;
- mottes de terre de 5 à 8 cm de diamètre;
- résidus de canne (constitués de résidus tels que déjà décrits et des racines et souches de canne de la campagne précédente);
- résidus d'adventices (correspond à tout autre résidu de végétal en dehors des résidus de canne);
- racine nue (correspond au système racinaire extériorisé par le départ de la terre);
- adventices (végétaux non ligneux poussant dans les parcelles cultivées);
- canopée (constitué du port végétatif de la tige de canne en croissance).

Quantification des états de surface et évolution dans le temps

Ces surfaces élémentaires dont la fréquence varie en fonction des traitements et des périodes d'observation ont été regroupées en surfaces fermées/surfaces ouvertes/surfaces couvertes/surfaces nues de la manière suivante.

Les surfaces fermées sont constituées de : croûte de sédimentation, semelle de tassement, surface de caillou apparent pris dans la masse du sol, pellicule de battance.

Les surfaces ouvertes sont constituées : d'épandage de sables, de fissures, de galeries de mésofaune, de mottes de diamètre (< 1 cm, > 1 cm, 5 à 8 cm), de résidus de canne à sucre, de résidus, d'adventices fauchées et de racines nues.

Les surfaces couvertes sont constituées : de résidus de canne à sucre, de résidus d'adventices fauchées, de racines nues, d'adventices, et de la canopée de la culture de canne à sucre.

Les surfaces nues sont constituées : de croûtes de sédimentation, de semelles de tassement, d'épandage de sable, de surface de caillou apparent, de pellicule de battance, de fissures, de galeries, de mottes de diamètre (< 1 cm, > 1 cm, 5 à 8 cm).

La synthèse des inventaires des états de surface dans le temps est reportée dans le *tableau 5* et sur les *figures 4, 5 et 6*.

En résumé, les traitements récolte sans brûlage (PSB1 et PSB2) présentent les taux d'ouverture les plus élevés. Ces taux d'ouverture du sol sont peu modifiés pendant les observations et sont toujours supérieurs à 85 %.

Le traitement récolte après brûlage (PB) relativement peu ouvert (64,75 %) au début des observations, l'est de mieux en mieux au fil du temps (83,80 %).

Le traitement parcelle de replantation (PR) et la piste paillée de la campagne précédente (PP1) présentent des taux d'ouverture qui décroissent dans le temps (de 81,50 % à 71, 52 % et 69 % à

30,80 % respectivement). Du reste, la parcelle de replantation a un taux d'ouverture initial élevé (81,50 %).

Les évolutions des surfaces ouvertes et des surfaces couvertes dans le temps apparaissent respectivement sur les *figures 4 et 5*; la *figure 6* représente la moyenne des états de surface (en %) par type de traitement.

Les récoltes sans brûlage présentent des taux de couverture constants dans le temps (supérieur à 80 %). Toutefois, la parcelle de deuxième récolte sans brûlage (PSB2) présente un taux toujours supérieur à celui de la parcelle de première récolte sans brûlage (PSB1).

La parcelle de récolte après brûlage (PB) présente un taux de couverture qui s'accroît avec le temps.

La piste paillée de la campagne précédente (PP1) présente un taux de couverture qui décroît de façon progressive dans le temps.

L'analyse de la variance montre que les traitements ont un effet sur chacune des caractéristiques de surface du sol (surfaces fermées, surfaces ouvertes, surfaces couvertes, surfaces nues). Les résultats obtenus sont tous significatifs au seuil de 5 %.

Les coefficients de corrélation ont été obtenus et interprétés en prenant en compte tous les types de traitements (première récolte sans brûlage, deuxième récolte sans brûlage, récolte après brûlage, parcelle de replantation, piste paillée de la campagne précédente). On observe d'une part une corrélation positive entre surfaces fermées et surfaces nues, puis entre surfaces ouvertes et surfaces couvertes, et d'autre part une corrélation négative entre surfaces fermées et surfaces couvertes, puis surfaces ouvertes et surfaces nues à travers les traitements. Les diagrammes de dispersion de la *figure 7* offrent une représentation plus simple de la corrélation entre ces différents états de surface. On observe, à partir de chaque nuage de points, une droite de régression linéaire qui pourrait intégrer tous les traitements, sauf celui de la parcelle de replantation. Ainsi, en dehors de la parcelle de replantation, dans les différents traitements étudiés, on remarque une liaison entre la couverture et la fermeture-ouverture du sol. En effet, la fermeture du sol est d'autant plus faible que le taux de couverture est élevé. Evolution des résidus de canne

L'appréciation de l'évolution des résidus de canne dans le temps a été effectuée à travers l'évaluation du taux de couverture du sol par les résidus de canne du début à la fin de la petite saison des pluies suivant les différents traitements; les résultats obtenus sont portés dans le *tableau 6* et la *figure 8*.

La couverture due aux résidus de récolte diminue dans le temps et en 2 phases : une première phase de diminution rapide (1 mois) et une deuxième phase de diminution lente.

Tableau 5 - Synthèse des inventaires des états de surface (en %) dans le temps**Table 5** - Different types of features on soil surface.

Traitements	États de surface	Avril	Mai	Juillet
Piste paillée de campagne précédente (PP1)	Surfaces fermées	31,00	54,70	69,20
	Surfaces ouvertes	69,00	45,30	30,80
	Surfaces couvertes	47,70	37,59	28,46
	Surfaces nues	52,30	62,41	71,54
Parcelle de première récolte sans brûlage (PSB1)	Surfaces fermées	13,50	9,00	9,50
	Surfaces ouvertes	86,50	91,00	90,50
	Surfaces couvertes	86,25	91,75	84,00
	Surfaces nues	15,75	8,25	16,00
Parcelle de deuxième récolte sans brûlage (PSB2)	Surfaces fermées	7,00	7,20	5,25
	Surfaces ouvertes	93,00	92,80	94,75
	Surfaces couvertes	92,75	95,50	87,75
	Surfaces nues	7,25	4,50	12,25
Parcelle de récolte après brûlage (PB)	Surfaces fermées	35,25	40,25	16,20
	Surfaces ouvertes	64,75	59,75	83,80
	Surfaces couvertes	59,75	68,25	89,50
	Surfaces nues	40,25	31,75	10,50
Parcelle de replantation (PR)	Surfaces fermées	18,50	25,50	28,50
	Surfaces ouvertes	81,50	74,50	71,52
	Surfaces couvertes	39,75	15,00	29,25
	Surfaces nues	60,25	85,00	70,25

DISCUSSION

Nature et quantité de résidus de canne

Les résultats ont montré que le système d'exploitation de la SOSUCAM génère des résidus de nature et de quantité variables suivant les traitements. Ces résidus présentent des effets variables sur la dynamique du sol suivant les parcelles.

D'une manière générale, dans les parcelles étudiées aux différentes étapes de l'itinéraire technique, l'essentiel des résidus de canne à sucre est constitué de paille (supérieurs à 50 %) et de bouts blancs (supérieurs à 10 %). La PSB1 en recèle 82 %, la PSB2, 79 % la PB, 56 %, la PP2, 71 % et la PR, 7 % (paille). Les opérations de récolte de canne à sucre permettent de prélever la partie utile (canne usinable) et laissent sur le terrain les bouts blancs et la paille. Les morceaux et les tiges de canne entière que l'on observe sont des restes des opérations de ramassage. Le brûlage avant la récolte provoque la combustion de toutes les feuilles sèches et une partie des feuilles vertes ; c'est ce qui explique la baisse du taux de paille dans les parcelles de récolte après le brûlage (PB). Les opérations de préparation du sol qui interviennent après la récolte et après le brûlage dans les parcelles de replantation favorisent l'enfouissement sélectif des résidus ; la paille de par sa nature constitue alors le type de résidus le plus facilement

enfoui. Le paillage des pistes est effectué avec les résidus transportés avec les semences ; il s'agit de résidus très riches en paille et en canne (reste de semence). La densité très faible de la paille donne des épaisseurs d'environ 30 cm de couverture de paillis à faible masse à l'hectare.

Les masses à l'hectare obtenues dans les systèmes de récolte sans brûlage (PSB) sont les maxima que l'on peut attendre (15,42 et 13,78 t ha⁻¹). La différence entre les parcelles de récolte sans brûlage et les parcelles de récolte après brûlage (8,88 t ha⁻¹) de l'ordre de 4,90 t ha⁻¹, résulte du passage du feu dans les parcelles de récolte après brûlage (PB). La différence entre les parcelles de récolte après brûlage (PB) et les parcelles de replantation (6,49 t ha⁻¹) de l'ordre de 2,39 t ha⁻¹ est due aux opérations de préparation du sol.

Rishirumhirwa et Roose (1998) travaillant dans des systèmes de production basés sur la concentration et le recyclage de la matière organique dans une bananeraie, ont préconisé le paillis complet comme solution idéale pour la maîtrise du ruissellement et de l'érosion. Toutefois, cette solution n'est possible que si la production des résidus atteint au moins 8 tonnes de matières sèches ha⁻¹ an⁻¹, pour permettre de couvrir suffisamment le sol sur quelques centimètres avant la période critique des fortes pluies. En effet, même en année très pluvieuse, quelques centimètres de paille (4 à 6 t ha⁻¹) protègent le sol ferrallitique aussi bien qu'une forêt dense secondarisée haute de 30 mètres (Roose, 1994). La nature et la couverture par unité de surface des résidus de bananeraie ne sont pas les mêmes que celles de résidus de culture de canne à sucre. Néanmoins, si l'on tient compte uniquement de la quantité de résidus produite (masse de matières sèches ha⁻¹ an⁻¹, on pourrait admettre que les traitements (parcelle de première récolte sans brûlage, parcelle de deuxième récolte sans brûlage, parcelle de récolte après brûlage) avec des masses de résidus de canne supérieure à 8 t de matières sèches ha⁻¹ an⁻¹ présentent des quantités de résidus suffisantes pour maîtriser le ruissellement et l'érosion. Toutefois, il est à signaler que la masse des résidus et la nature des résidus ont été obtenues en saison des pluies. Ces résultats seraient probablement différents en saison sèche pour la récolte après brûlage. Le taux d'humidité de la paille sèche est plus faible en cette période de l'année. Le brûlage après une saison sèche laisserait moins de paille. Les masses à l'hectare dans les parcelles brûlées seraient probablement moins élevées que celles obtenues en saison des pluies.

Figure 4 - Evolution des surfaces ouvertes

Figure 4 - The opened surfaces evolution

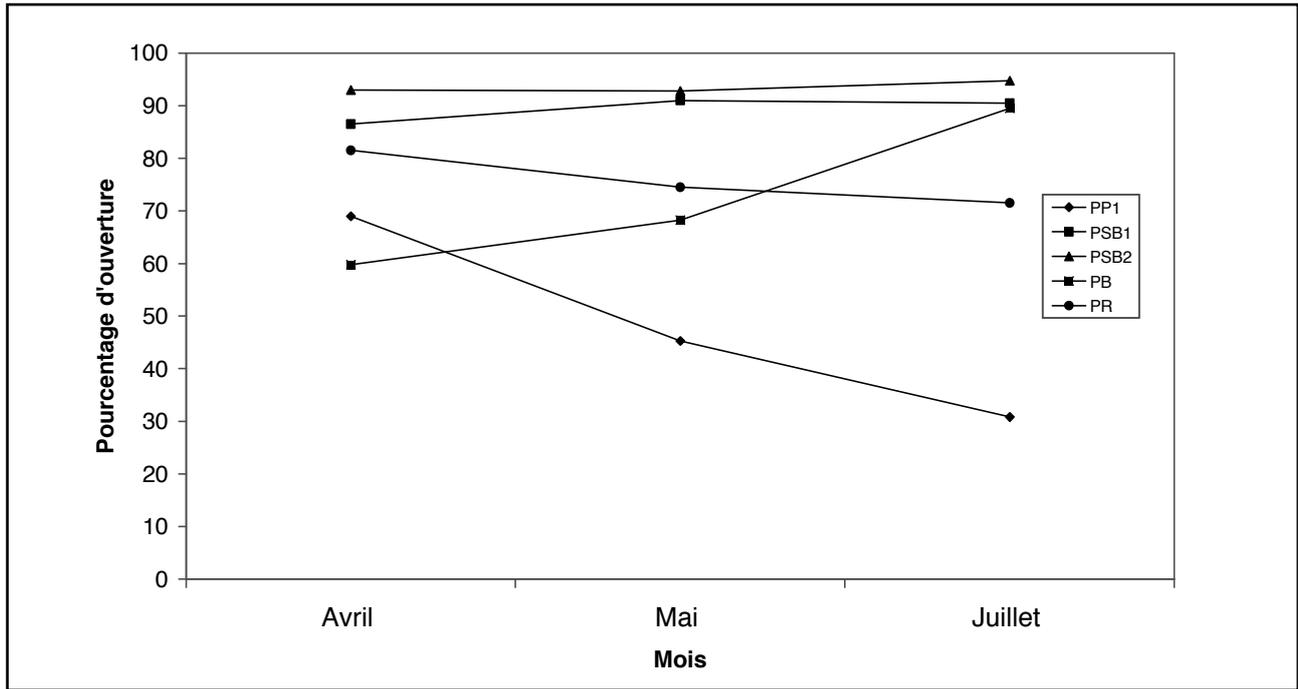


Figure 5 - Evolution des surfaces couvertes

Figure 5 - The covered surfaces evolution

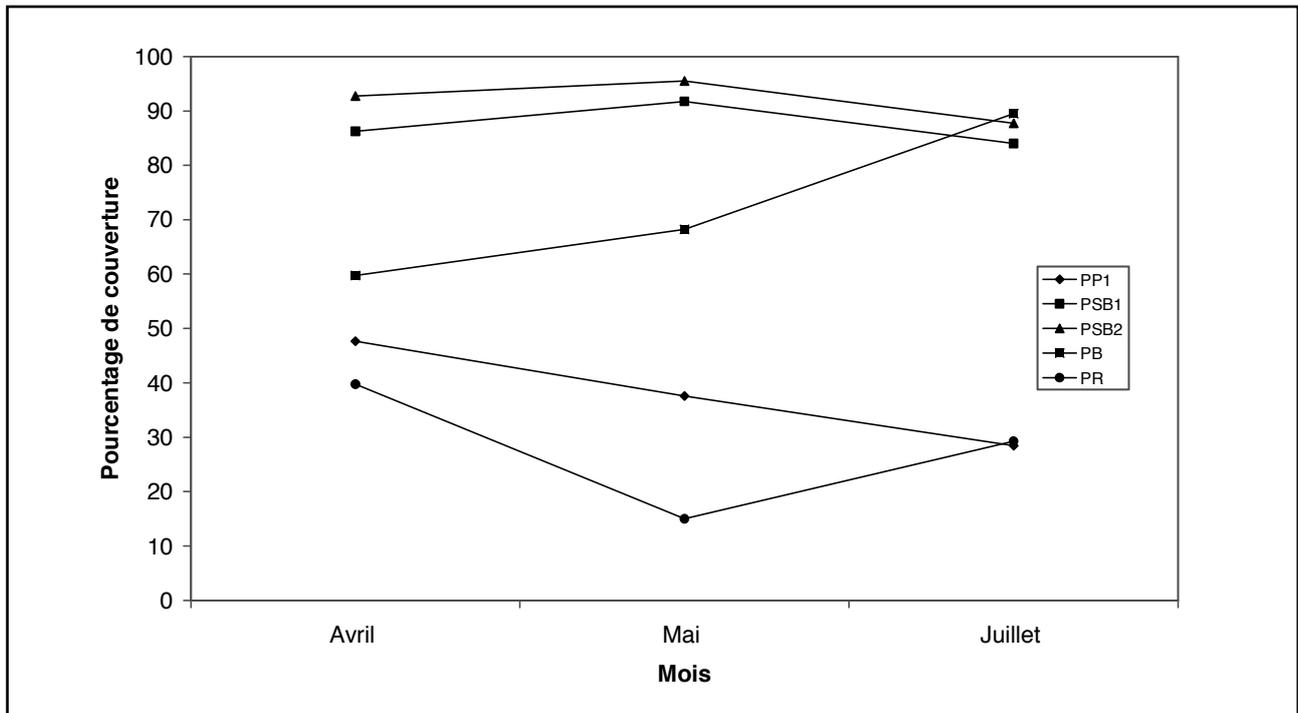
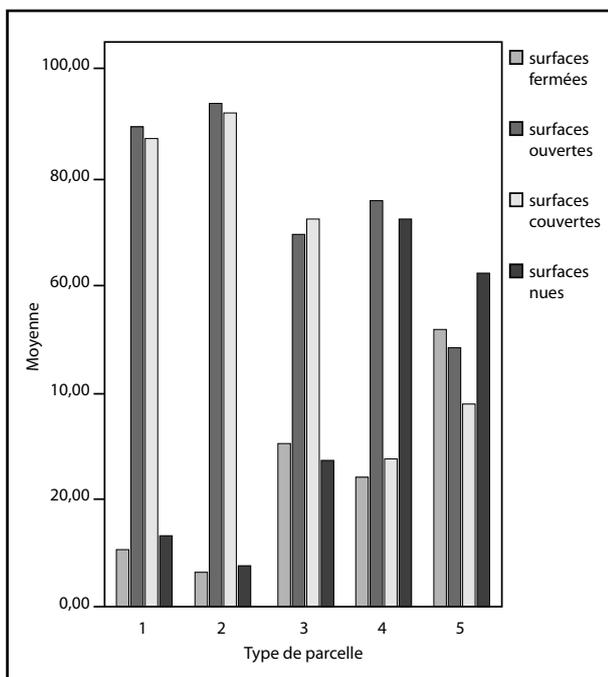


Figure 6 - Moyenne des états de surface (en %) par type de traitement (1- première récolte sans brûlage 2- deuxième récolte sans brûlage 3- parcelle de récolte après brûlage 4- parcelle de replantation 5- piste paillée de la campagne précédente)

Figure 6 - Mean ground surface (%) as a function of use of the plots (1- first harvest green (unburn) plot 2- second harvest green plot 3- burn harvest plot 4- replanting plot 5- piled path from the previous harvest)



Effets des résidus de canne sur les états de surface

La réduction constante du taux d'ouverture de la piste paillée de la campagne précédente (PP1) qui passe de 69 % à 30 % d'avril à juillet, s'expliquerait d'une part par la diminution de l'activité biologique résultant de la disparition des résidus du paillage et d'autre part, par le tassement du sol dû au passage des engins de travaux agricoles. La nature de la surface du sol semble influencer le taux d'ouverture qui intervient sur les possibilités d'infiltration.

En effet, en haut de pente, la paille est posée sur un horizon organo-minéral ; elle adhère ainsi au sol et grâce à l'humidité ainsi entretenue, la pourriture blanche peut se développer et la mésofaune peut entretenir un réseau de galeries favorisant ainsi l'ouverture du sol. En bas de pente, la surface du sol présente des gravillons posés sur une carapace latéritique, la paille est posée dessus comme sur un grillage. Il n'y a donc pas de contact intime entre la paille et le sol ; l'humidité nécessaire pour le développement de la pourriture blanche n'est donc pas assurée. De plus, la carapace ferrugineuse nodulaire affleurante est une surface fermée favorable au ruissellement.

La constance du taux d'ouverture du sol sur les parcelles de récolte sans brûlage, autour de 80 % durant toute la période d'observation, s'expliquerait par la maintenance des conditions biologiques et physiques sous l'épaisse couche de résidus. Ainsi la présence permanente de résidus entretient une forte activité biologique des termites, des fourmis et de la pourriture blanche, favorisant une bonne porosité et l'infiltration des eaux.

Le brûlage détruit une partie des résidus ainsi que les agents biologiques ; dans la parcelle de récolte après brûlage, l'activité biologique s'en trouve ralentie le premier mois et expliquerait le faible taux initial d'ouverture à la surface du sol (64,75 %).

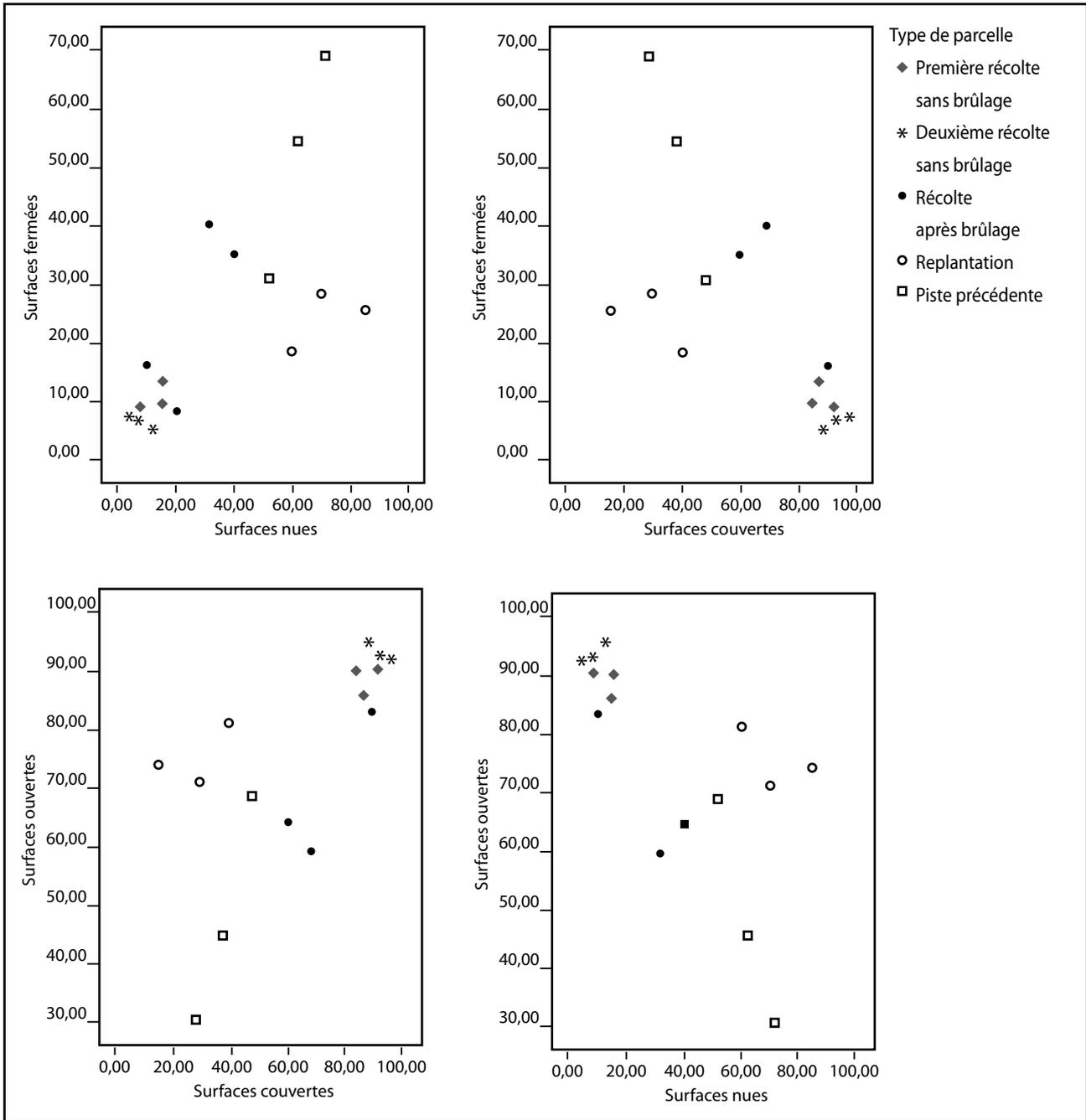
L'affinage du sol de la parcelle de replantation réduit la taille des mottes, de plus la pluviométrie très importante des mois d'avril, mai et juin sur une surface peu couverte émiette davantage les mottes et colmate la surface du sol. Ainsi, la baisse régulière du taux des surfaces ouvertes sur la parcelle de replantation qui passe successivement de 81,50 % à 74,50 % puis à 71,52 % s'expliquerait par l'action de battance des gouttes d'eau de pluie. Ces résultats sont analogues à ceux observés par Boli (1976) et en zone sahélienne du Burkina Faso par Lamachère et Serpentini (1998). Ces auteurs ont montré que le travail du sol permet une infiltration optimale des précipitations dans les parcelles cultivées ; mais au-delà d'un cumul pluviométrique de 100 mm après le travail du sol, cet effet est supprimé par l'aplanissement du microrelief et la formation de croûtes superficielles peu perméables. Il a été démontré que sur un sol ferrallitique, le travail du sol associé à une couverture par les résidus de culture réduit le ruissellement et l'érosion à une part négligeable (Roose, 1994). Cependant, cette méthode de travail minimum du sol, combinée au paillage pose des problèmes de lutte contre les mauvaises herbes et de protection phytosanitaire (Lal, 1975 in Roose, 1994).

Le taux de couverture explique la protection de la surface du sol contre l'énergie des gouttes de pluies. Au bout de 8 mois, sur la piste paillée de la campagne précédente, le sol n'est plus que faiblement couvert (47,70 %). Avec le temps, la diminution constante des surfaces couvertes (37,59 % et ensuite 28,46 %) consécutive à la diminution des résidus est liée d'une part à l'activité biologique et d'autre part, au transport des résidus par les eaux de ruissellement. La piste a ainsi tendance à être rapidement exposée à l'érosion ; le paillage la protège néanmoins pour un temps dans l'année.

Sur les parcelles de récolte sans brûlage, les repousses, notamment le développement de la canopée et des plantes adventices, augmentent rapidement le taux de couverture qui passe respectivement de 86,25 % en avril à 91,75 % en mai pour PSB1, et 92,75 % en avril à 95,50 % en mai pour PSB2. Toutefois, au début de l'étude, le taux de couverture plus élevé de la parcelle de deuxième récolte sans brûlage (PSB2 : 92,75 %) par rapport à la parcelle de première récolte sans brûlage (PSB1 : 86,25 %) résulterait de la présence sur le terrain des résidus de la campagne précédente, résidus essentiellement constitués de fragments de téguments de canne (chicots) ; ces fragments de canne écrasée, plus résistants, parsèment les pistes et la cour de l'usine et pourraient être valorisés

Figure 7 - Diagrammes de corrélations entre les états de surface élémentaire

Figure 7 - Correlation diagrams for the elementary ground surfaces



dans le paillage des pistes de carreaux plutôt que d'être déchargés dans les poubelles.

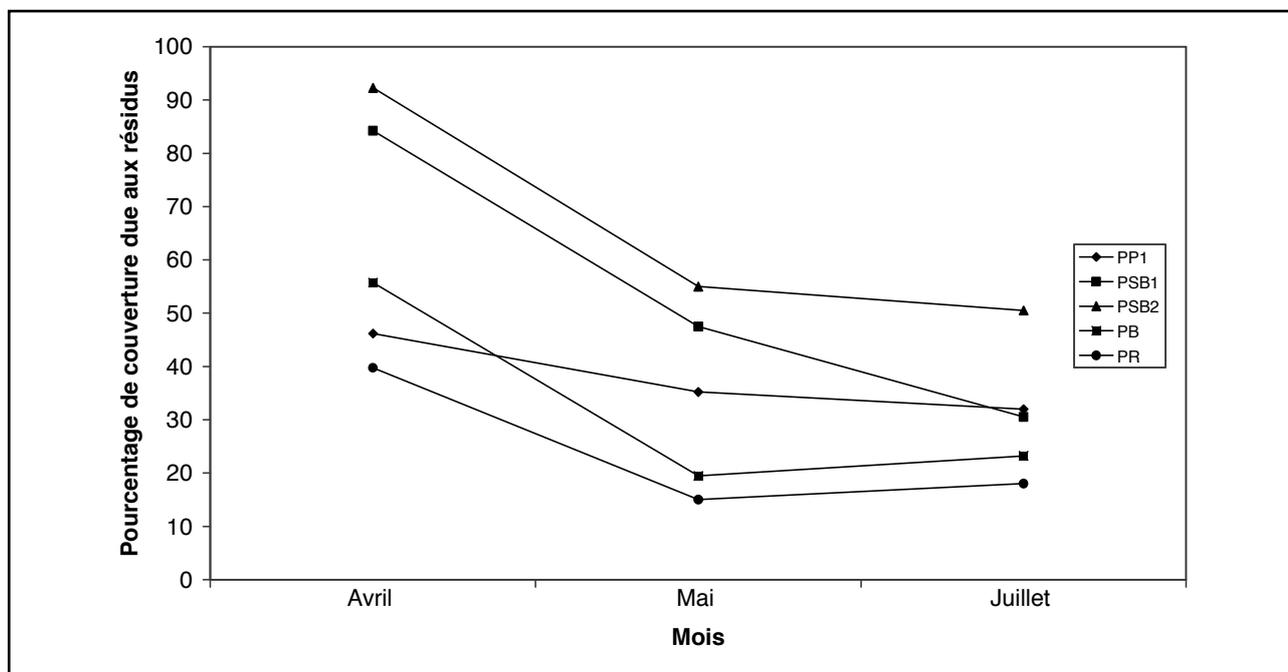
Lors du brûlage, les résidus les plus vulnérables sont les feuilles (paille), les résidus restants couvrent moins bien le sol, le taux initial de couverture est relativement bas (59,75 %). L'augmentation constante du taux de couverture de la parcelle de récolte après brûlage qui passe à 68,25 % en mai puis à 89,5 % en juillet, serait

due à la levée de la canopée et des plantes adventices. En juillet, le sarclage détruit les adventices mais ramène en surface les résidus enfouis, tandis que la canopée continue à se développer, si bien que le taux de couverture augmente.

Le taux initial de couverture très bas de la parcelle de replantation (39,75 %) est dû à l'enfouissement des résidus de récolte et de plantation par les travaux de préparation de sol. La diminution

Tableau 6 - Variation (en %) dans le temps du taux de couverture du sol par les résidus de canne à sucre**Table 6** - Variation (%) of the soil coverage by the harvest residues.

Traitement	avril	mai	juillet
Piste paillée de la campagne précédente (PP1)	46,17	35,21	32,00
Parcelle de première récolte sans brûlage PSB1	84,25	47,50	30,50
Parcelle de deuxième récolte sans brûlage (PSB2)	92,25	55,00	50,50
Parcelle de récolte après brûlage (PB)	55,75	19,50	23,25
Parcelle de replantation (PR)	39,75	15,00	18,00

Figure 8 - Evolution des résidus de canne à sucre**Figure 8** - The harvest residues evolution

du taux de couverture dans le premier mois (15 %) s'expliquerait par la décomposition d'une partie des résidus ayant échappé à l'enfouissement et l'augmentation qui s'en suit (29,25 %) serait liée à la levée de la canopée et des plantes adventices mais aussi à la battance des gouttes de pluie qui dégage de la terre et ainsi découvre les résidus préalablement enfouis. L'itinéraire technique de production de la canne à sucre à la SOSUCAM (la production par repousse) et le caractère annuel des racines de la canne à sucre fait de celle-ci une plante de jachère par excellence (Fauconnier, 1991). La décomposition annuelle des racines apporte au sol de la matière organique et entretient par ailleurs la macro-porosité du sol.

Dans les parcelles étudiées, la forte diminution de la couverture due aux résidus de récolte dans le premier mois (plus de la moitié pour les parcelles sans brûlage et près de la moitié pour la parcelle

de récolte après brûlage et la parcelle de replantation) serait liée à la biodégradation rapide de la paille ; les mois suivants, le ralentissement correspondrait aux périodes de décomposition des bouts blancs puis des morceaux de canne et de tiges entières beaucoup plus résistants. Ces résultats sont analogues à ceux observés par Jenkinson et Ayanaba (1977) in Van Wambeke (1995) qui ont mis en incubation au Nigéria, des résidus de plantes fraîches (*Lolium multiflorum*) dans des tubes de polyéthylène placés dans la partie superficielle d'un sol sableux (température moyenne annuelle de l'air : 21, 1 °C). Ils ont trouvé que la demi-vie de 70 % du matériau végétal était de 3 à 4 semaines. Les 30 % restants avaient une demi-vie d'environ 2 ans.

Des études ont montré que la litière augmente la rugosité de la surface du sol et partant diminue la vitesse de ruissellement

(Smolikowshi *et al.*, 1998). Ainsi, la présence des résidus de récolte réduirait l'énergie de l'eau et partant l'érosion dans les parcelles étudiées.

CONCLUSION

Le système de production sans brûlage permet une production excédentaire de résidus utilisable pour le paillage d'autres surfaces. Le brûlage est un facteur de réduction de la masse de résidus laissant sur les parcelles brûlées de faibles quantités de biomasse pour la protection du sol contre les phénomènes de l'érosion hydrique. Le travail du sol est un facteur de destruction et d'enfouissement des résidus laissant le sol nu.

Dans les parcelles cultivées, les résidus de récolte de canne à sucre entretiennent l'ouverture du sol et partant améliorent la perméabilité de celui-ci. Cet effet des résidus sur le sol est fonction de la quantité de résidus, de l'état du sol et de l'activité biologique en présence. Le maintien des résidus à la surface du sol améliore la résistance du sol contre l'agressivité des gouttes de pluies et contre l'énergie de transport des eaux de ruissellement. La quantité et la qualité des résidus de récolte dans le système de récolte sans brûlage permettent une protection efficace de la surface du sol tandis que la quantité des résidus du système de récolte après brûlage ne permet pas une aussi bonne protection de la surface du sol. Le sol nu, livré aux intempéries est plus vulnérable. Ainsi, ces travaux de préparation fragilisent-ils le sol des parcelles de replantation.

Il apparaît donc à l'issue de cette étude que le potentiel de biomasse des résidus de récolte de canne à sucre à la SOSUCAM permet d'envisager une gestion conservatoire efficace des terres. Cette gestion passe par le maintien de la couverture permanente du sol. Ce maintien de couverture du sol pourrait être obtenu par :

- la pratique du travail minimum du sol
- l'intensification de la pratique du paillage des pistes de carreaux
- le retour à la récolte en vert (sans brûlage).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les Responsables de la SOSUCAM pour avoir accepté et facilité ces travaux de recherche dans les parcelles d'exploitation. Ils expriment leur gratitude à Mr Chedom (Département d'Informatique, Université de Yaoundé I) et Dr Yemefack Martin (IRAD, Yaoundé) pour le traitement statistique des données.

BIBLIOGRAPHIE

- Bep à Ziem B., Zahonero P., Boli Z. et Roose E., 1996 - Evolution des états de surface et influence sur le ruissellement et l'érosion des sols ferrugineux tropicaux sableux du Nord Cameroun soumis à diverses techniques culturales. Réseau Erosion, bull. n°16, ORSTOM, Paris, pp. 60 - 77.
- Bindzi Tsala J., 1967 - Carte des sols rouges de Mbandjock. Bassin de la Mokona (centre Cameroun). Ech. 1 :50.000, + légende.
- Boli Baboulé Z., 1996 - Fonctionnement des sols sableux et optimisation des pratiques culturales en zone soudanienne humide du Nord-Cameroun (expérimentation au champ en parcelles érosion à Mbissiri), thèse doc. Sci. de la terre, sciences du sol et production végétale, Univ. de Bourgogne, 344 p.
- Boli Baboulé Z., 1976 - Mise au point d'un simulateur de pluie de laboratoire. Essai d'application à l'étude de l'érodibilité des sols. Mém. DEA, Univ. Paris VII, 19 p.
- Duchaufour P., 1997 - Abrégé de pédologie. Sol, végétation, environnement. Ed. Masson, Paris, Milan, Barcelone, 291 p.
- Dutil P., 1984 - L'érosion en grande culture *in* Cultivar ; la revue technique des agriculteurs dynamiques, n°159, Paris, France, pp. 8 - 9.
- Fauconnier R., 1991 - La canne à sucre. Ed. Maisonneuve et Larose, Coll. Le technicien d'agriculture tropicale, Paris, 165 p.
- Girault A., Biang Nzié E., Foyem D., et Boli Baboulé Z., 1999 - Diagnostic du risque érosif en 1998 à la SOSUCAM à Mbandjock, Cameroun. Réseau érosion n° 19, vol. 1, Paris, pp. 176 - 189.
- Lamachère J. M. et Serpenté G., 1998 - Les techniques d'aménagements des terres sahéliennes ; que penser des cordons pierreux et du labour ? ORSTOM Actualités, Spécial érosion, n° 56, Paris, pp. 25.
- Moreau R., 1983 - Evolution des sols sous différents modes de mise en culture en Côte d'Ivoire forestière et préforestière. Cah. ORSTOM, sér. Pedol., vol XX, pp. 311-325.
- Moukouri Kuoh H. Ng., 1974 - Le site sucrier de Mbandjock le secteur d'extension de la canne à sucre. Aptitude culturale. ORSTOM, 201 p.
- Rishirumuhirwa T., et Roose E., 1998 - Culture bananière et technique de gestion des sols acides du Burundi. ORSTOM actualités, spécial érosion, n°56, Paris, pp. 32.
- Roose E., 1996 - Méthodes de mesures des états de surface du sol, de la rugosité et autres caractéristiques qui peuvent aider au diagnostic de terrain des risques de ruissellement et érosion, en particulier sur les versants cultivés des montagnes. Réseau Erosion, n°16, pp. 87-97.
- Roose E., 1994 - Introduction à la gestion conservatoire de l'eau et des sols. Cah. Pédologie FAO, n° 70, Rome, 420 p.
- Roose E., 1980 - Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Thèse doct. ès Sci., Univ. Orléans, Trav. et Doc. ORSTOM, n°130, Paris, 569 p.
- Smolikowshi B., Lopez L., Querido A., Roose E. et Perez P., 1998 - Efficacité du paillage léger et des haies vives pour lutter contre le ruissellement et l'érosion sur les versants raides cultivés au Cap-Vert ORSTOM Actualités, spécial érosion, n° 56, p 24.
- Suchel J. B., 1987 - Les climats du Cameroun. Thèse Doc., Univ. Bordeaux II, 3t., 1186 p.
- Valentin C., 1981 - Organisation pelliculaire superficielle de quelques sols de région subdésertique : Dynamique de formation et conséquence sur l'économie en eau. Thèse Doc., 3e cycle, Univ. Paris V11, 229 p.
- Vallérie M., 1973 - Contribution à l'étude des sols du Centre-Sud Cameroun. ORSTOM, Paris, 82 p.
- Van Wambeke A., 1995 - Sols des tropiques : propriétés et appréciations. Centre techniques de coopération agricole et rurale ACP/UE, Ed. CTA, Wageningen, Pays Bas, 335 p.
- Villiers J. F., 1995 - La végétation, *in* Atlas régional du Sud Cameroun. Ed. ORSTOM, Paris, pp. 10-11

