

# EVOLUTION DES ETATS DE SURFACE ET INFLUENCE SUR LE RUISSELLEMENT ET L'EROSION DES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX SABLEUX DU NORD CAMEROUN SOUMIS A DIVERSES TECHNIQUES CULTURALES

par

Bep Benjamin\*, Zahonero Pascal\*\*, Boli Zachée\*\*\* et Eric Roose\*\*\*\*

## RESUME

L'évolution des organisations superficielles de sols ferrugineux tropicaux sableux a été étudiée au Nord Cameroun sur des parcelles d'érosion classiques soumises à différentes techniques culturales. On a mesuré (sur 4 diagonales de 6 mètres tous les 5 centimètres) la fréquence des surfaces couvertes (canopée, litière, cailloux), ouvertes (mottes, fissures, mésofaune, épandages sableux) ou fermées (pellicule de battance, croûtes de sédimentation) quatre fois par cycle cultural selon une méthodologie développée par Roose. L'influence des états de surface sur le ruissellement et l'érosion a été comparée pour deux groupes de techniques culturales (le labour conventionnel et le travail réduit sous litière) sur nouvelle et vieille défriche. Les cultures tests sont le coton en 1993 et le maïs en 1994.

A la mise en place de la culture les parcelles labourées (TRM) présentent une forte proportion de surfaces motteuses (95% à 100%). Ces surfaces ouvertes au départ se referment suivant une vitesse qui dépend de la variante de traitement. Ainsi, à la veille du sarclage on trouve 30 à 45% de surfaces ouvertes sur les parcelles TRM dont les résidus de culture sont enfouis et TRM plus 3 t/ha de fumier. En revanche on trouve 27% sur les parcelles TRM recouvertes par paillage. La vitesse de fermeture dépend de l'âge de la défriche. A la fin de la campagne, ces parcelles sont couvertes de pellicules de battance et de croûtes de sédimentation. Elles ont des coefficients de ruissellement élevés ( $K_{ram} = 18$  à 38%) et s'érodent beaucoup ( $E = 6$  à 46 t/ha/an).

Les parcelles "semis direct sous litière" présentent une forte proportion de surfaces ouvertes dues aux activités de la mésofaune, la dégradation des racines, la persistance des résidus sur le sol et la présence de sables libres (42% à 75% pour le coton et 52% à 82% pour le maïs). Ce groupe de traitements assure la couverture permanente du sol et réduit considérablement le ruissellement ( $K_{ram} = 0.3$  à 3 %) et l'érosion (0.2 à 3 t/ha/an).

Contrairement au milieu naturel, l'évolution spatio-temporelle des états de surface en milieu cultivé est très rapide et dépend des techniques culturales, du niveau de dégradation du milieu considéré. Les intensités et les successions des événements pluviométriques jouent aussi un rôle important. L'influence de la plante cultivée n'est pas très visible.

Les traitements "semis direct sous litière" sont efficaces pour le contrôle de la dégradation mais des améliorations supplémentaires sont nécessaires afin d'assurer une productivité au moins aussi élevée que celles des traitements TRM où intervient le travail intensif du sol.

### MOTS CLES:

*Etats de surface du sol, Ruissellement, Erosion, Techniques culturales, Dégradation, Labour conventionnel, Semis direct sous litière, Activités biologiques.*

---

\* Agronome, IRA, B.P. 33 Maroua, Cameroun\*\* CSN ORSTOM Maroua, Cameroun

\*\*\* Agropédologue IRA B.P. 163 Foumbot, Cameroun

\*\*\*\* Pédologue ORSTOM B.P. 5045 Montpellier 34032, France.

## INTRODUCTION

Dans la zone soudanienne du Nord Cameroun (Sud-Est Bénoué) la baisse de la productivité des terres cultivées est une contrainte majeure à leur utilisation durable et intensive. Les sols de la région sont généralement fragiles et si le niveau de précipitation est favorable aux cultures, les pluies sont souvent très agressives. La baisse de la fertilité et l'abandon rapide des champs (12 à 15 ans) ont pour cause principale l'érosion hydrique et la minéralisation rapide de l'humus du sol (Roose, 1991). Comme en milieu naturel (Casenave et Valentin, 1989) l'étude de la dynamique superficielle de l'eau en milieu cultivé passe par la connaissance des états de surface : cependant sous culture, l'état de surface du sol évolue beaucoup plus vite après le travail du sol. Sur ces sols ferrugineux tropicaux sableux, l'intensification de la culture entraîne un déséquilibre des bilans minéraux et organiques. Ce déséquilibre est dû selon Boli et al. (1991) aux pertes par érosion hydrique, à la non restitution par la biomasse et à la réduction de l'activité de la mésofaune.

Ce travail rentre donc dans le cadre d'un programme de recherche dont l'objectif est de développer des connaissances sur la dégradation du milieu cultivé d'une part, et par une approche basée sur les techniques culturales, de mettre au point des itinéraires techniques assurant à la fois une productivité élevée et la conservation durable de la productivité du sol d'autre part. A cet effet un dispositif constitué de 57 parcelles d'érosion a été mis en place. Il nous permet de mesurer en fonction des techniques culturales l'évolution des caractéristiques pédologiques (physique et chimie) du sol et des variables agronomiques (fertilité, rendements, etc...) sur deux situations différentes de par leur état de dégradation initial : une défriche récente (1989) et une vieille défriche dégradée.

Ce texte qui est une synthèse des observations recueillies sur les parcelles d'érosion est une étude typologique et quantitative des états de surface en milieu cultivé ainsi que leur influence sur le ruissellement et les pertes en terre sur les cultures de coton et de maïs et sous pluies naturelles et simulées.

### 1. LE MILIEU PHYSIQUE

L'étude a été réalisée à proximité d'un petit village de la zone cotonnière du Sud-Est Benoue (Nord Cameroun) appelé MBISSIRI situé à 40 km de Tcholliré sur la route de Touboro.

Latitude : 8°23'N

Longitude : 14°33'E

Altitude : 370 mètres

Pluviométrie annuelle : 1200 mm d'avril à novembre

Pluie journalière décennale : 120 mm

Température annuelle : 20-30°

Humidité relative : 30-40 %

Insolation : 2500-3300.

Le sous-sol de Mbissiri repose sur un bassin sédimentaire d'âge crétacé : le bassin de Koum. Celui-ci s'étend à l'est de Tcholliré sur 20 km de large et 80 km de long. On y observe des grès, des arkoses, des marnes et des schistes de couleur lie de vin.

Le profil pédologique est caractéristique d'un sol ferrugineux tropical très sableux peu lessivé reposant sur un horizon gravillonnaire précédant une carapace ferrugineuse située entre 80 et 120 cm. La productivité potentielle, des sols de plus de 80 cm de profondeur, est très bonne (1,5 à 2,5 t de coton par an), mais ces sols sont très fragiles dès qu'on les cultive même sur de très faibles pentes.

## 2. LA METHODE

### 2.1. Les principaux traitements

Deux grands groupes de traitements sont considérés à savoir :

#### Le groupe « labour conventionnel » (TRM)

- \* **TRM** : Défriche manuelle, exportation des résidus, labour profond + engrais + sarclage manuel + buttage. C'est le Témoin Régional Mécanisé (TRM) ; itinéraire technique proposé par l'organisme de développement de la culture cotonnière dans la région (SODECOTON).
- \* **TRM + apport de fumier (3 t/ha/an) de chèvre.**
- \* **TRM + mulch (5 tonnes de paille d'Andropogon gayanus/ha/an).**

#### Le groupe « Travail réduit sous litière » (TRSL)

- \* **Minitillage** : Défrichage chimique (gramoxone) + labour à la dent sur ligne de semis + sarclage manuel + engrais.
- \* **Zéro-tillage** : Semis direct sous litière. Défrichage chimique (gramoxone) + semis sous litière + sarclage manuel + engrais).

Ces traitements sont testés dans deux situations différentes :

- une défriche nouvelle (N) : après une jachère de plus de 30 ans,
- un bloc dégradé (D) : après 30 années de cultures diverses.

Chaque bloc d'étude est équipé d'un pluviographe à augets basculeurs et de plusieurs pluviomètres installés à 1,5 m de surface du sol. Nous disposons aussi d'un bac à évaporation et d'une station de 6 lysimètres.

### 2.2. Les parcelles d'érosion

Les parcelles d'érosion classiques ont une surface de 100 m<sup>2</sup> (20m x 5 m) et sont isolées par des tôles de 15 cm de largeur. D'autres ont des longueurs de 40-60 ou 100 mètres et des surfaces variant de 100 à 1000 m<sup>2</sup>. En bas de pente les parcelles sont bordées par des canaux de sédimentation qui permettent de piéger les terres charriées. Ces canaux sont reliés à des cuves qui permettent de stocker les eaux ruisselées. Un dispositif de partition est associé à chaque parcelle et permet de déterminer une lame d'eau ruisselée atteignant 50 mm.

### **2.3. Détermination des états de surfaces**

La méthode consiste à tracer un transect tous les quatre mètres au sein de la parcelle à l'aide d'un mètre ruban. On note tous les 5 cm le type de surface rencontrée de façon à obtenir un minimum de 400 points à partir desquels on trouve la surface couverte (canopée, litière, cailloux), la surface fermée (pellicule de battance, croûtes d'érosion, de sédimentation ou de tassement) et la surface ouverte (mottes, trous de mésofaune, fissures et nappe de sable libre). La somme des surfaces nues + couvertes = 100 %. La somme des surfaces ouvertes et fermées = 100 %. Cette opération est effectuée plusieurs fois par cycle cultural :

- avant le labour et la mise en place de la culture,
- juste après le labour et la mise en place de la culture,
- la veille du sarco-buttage,
- juste après le sarco-buttage.

Cette méthode a été développée par Roose (1996). Elle a l'avantage de fournir beaucoup de données permettant une évaluation de la dynamique spatio-temporelle de l'état de surface du sol, mais la précision dépend de l'application de l'observateur.

## **3. RESULTATS ET DISCUSSION**

### **3.1. Dynamique des états de surface pendant la campagne agricole**

#### **3.1.1. Les surfaces ouvertes/surfaces fermées**

Les états de surface que l'on observe à la veille du labour sont les reliques de la campagne précédente, plus ou moins modifiés par la saison sèche et les pluies qui tombent avant le début de la campagne. Pour les traitements labour, la surface de la parcelle est presque totalement fermée et essentiellement constituée de pellicules de battance pour les parcelles non buttées et de croûtes de sédimentation et pellicules de battance pour les parcelles buttées. La couverture du sol est faible malgré la pluviosité que l'on enregistre à cette période.

En ce qui concerne les traitements « Travail Réduit », on observe encore des proportions importantes de surfaces ouvertes et de surfaces couvertes.

Les tableaux 1 et 2 montrent l'évolution des états de surface sous culture de coton (1993) et de maïs (1994).

##### **3.1.1.1. Les traitements « Labour »**

Le travail du sol (mécanisé ou non) casse les pellicules et les croûtes, pulvérise les particules et ouvre ainsi la surface de la parcelle qui devient fragile. A ce moment, la surface de la parcelle est ouverte à 100 %, on y rencontre surtout des mottes de diamètre supérieur à 1 cm et des sables libres.

Après un ou plusieurs événements pluviométriques important (hauteur 40 à 80 mm selon l'intensité des pluies), cette situation évolue et les surfaces se referment très rapidement selon les variantes de traitement labour, quelle que soit la culture. On peut voir aux tableaux 1 et 2 que les parcelles TRM et TRM + Fumier se referment moins vite que les parcelles TRM +

Tableau I : Evolution des états de surface sous culture de coton (1993)

Traitements	Etats de surface	26/06/93	02/08/93	20/08/93
Labour (N)	Surface ouverte	14.4	7.2	4.3
	Surface fermée	85.6	92.8	95.7
	Surface couverte	5.8	25.3	77.6
Labour + Fumier (N)	Surface ouverte	11.7	9.1	4.2
	Surface fermée	88.3	90.6	95.8
	Surface couverte	4.0	30.7	90.0
Semi direct (N)	Surface ouverte	97.9	81.7	82.7
	Surface fermée	2.1	18.3	17.4
	Surface couverte	99.0	87.0	99.0
Labour (D)	Surface ouverte	43.9	15.8	10.8
	Surface fermée	56.1	84.2	89.2
	Surface couverte	7.0	11.6	66.0
Labour + Fumier (D)	Surface ouverte	22.0	20.1	8.0
	Surface fermée	78.0	79.9	92.0
	Surface couverte	7.5	13.1	58.0
Semi direct (D)	Surface ouverte	98.8	79.1	75.7
	Surface fermée	1.2	20.8	24.3
	Surface couverte	90.0	78.6	99.1

Tableau II : Evolution des états de surface sous culture de maïs (1994)

Traitements	États de surface	16/07/94	23/07/94	27/08/94	21/09/94
Labour (N)	Surface ouverte	51.10	30.6	28.00	33.10
	Surface fermée	48.90	60.4	72.00	60.90
	Surface couverte	18.10	35.3	56.40	56.30
Labour + Fumier (N)	Surface ouverte	45.80	89.8	36.00	43.0
	Surface fermée	54.20	10.2	64.00	57.0
	Surface couverte	41.80	38.9	54.8	43.5
Labour + Much (N)	Surface ouverte	27.00	64.6	41.4	80.9
	Surface fermée	73.00	35.4	58.6	19.1
	Surface couverte	84.90	83.1	91.7	77.7
Minitillage (N)	Surface ouverte	52.70	89.6	48.2	53.9
	Surface fermée	47.30	10.4	51.8	46.1
	Surface couverte	90.70	51.4	85.0	87.2
Semi direct (N)	Surface ouverte	58.80	87.9	51.4	54.4
	Surface fermée	41.20	12.1	48.6	45.6
	Surface couverte	95.80	52.0	68.8	85.4
Labour	Surface ouverte	62.00	68.4	21.6	46.0
	Surface fermée	38.00	31.6	78.4	54.0
	Surface couverte	7.6	25.6	48.4	37.1
Labour + Much	Surface ouverte	53.80	72.9	27.7	49.1
	Surface fermée	46.20	27.1	72.3	50.9
	Surface couverte	11.00	29.4	51.7	44.8
Minitillage	Surface ouverte	43.00	66.9	42.8	54.4
	Surface fermée	57.00	33.1	57.2	45.6
	Surface couverte	72.70	85.2	82.0	87.4
Labour + Fumier	Surface ouverte	67.80	81.1	49.6	53.0
	Surface fermée	32.20	18.9	50.4	47.0
	Surface couverte	76.60	72.9	85.3	77.6
Semi direct	Surface ouverte	69.00	85.2	42.6	45.9
	Surface fermée	31.00	14.8	57.4	54.1
	Surface couverte	92.80	59.7	83.3	82.5

Mulch. A la veille du sarclage, la proportion de points ouverts n'est que de 27 % (Mulch) et 45 % pour les deux autres labours dans le cas du maïs. L'âge de la parcelle montre une certaine influence sur la dynamique des surfaces ouvertes. En effet, sous coton en 1993, on trouve encore 25 à 30 % de surfaces ouvertes dans le bloc dégradé, alors que dans la nouvelle défriche (4 ans), on trouve à peine 10 %. En 1994, c'est la même tendance, c'est-à-dire plus de surfaces ouvertes dans le bloc dégradé que dans la jeune défriche mais la vitesse de l'ampleur n'est pas la même. La cause serait à chercher dans un plus forte teneur en argile après décapage d'une partie de l'horizon humifère et retournement par le labour au tracteur.

Avant le buttage, l'encroûtement est plus marqué dans les parcelles TRM + Mulch que les autres qui sont surtout colonisées par les pellicules de battance. Cette situation est aussi observée dans les parcelles recouvertes par une toile ombrière. La stabilité structurale du sol joue un rôle déterminant dans l'évolution des états de surface.

Le sarclage consiste à débarrasser la parcelle des mauvaises herbes qui la colonisent tout en remuant la surface du sol. Il est généralement accompagné d'un buttage dont le but est de recouvrir de terre les racines des plantes et l'apport d'urée. Ces deux opérations contribuent à ouvrir le sol comme le prouvent les tableaux 1 et 2. Après le sarclo-buttage, les surfaces se referment rapidement sous l'effet des pluies qui sont très abondantes en juillet-août. Une ou deux semaines après, on retrouve la situation d'avant sarclage, la surface de la parcelle est colonisée par les pellicules de battance, les croûtes de sédimentation et d'érosion. Le buttage crée une topographie supplémentaire à la surface de la parcelle. Les billons constituent des points hauts qui réduisent les mouvements de l'eau, mais ils subissent la battance des pluies.

Ils cèdent à certains endroits qui deviennent le point de départ d'une masse importante de perte en terre. A la fin de la campagne on n'observe que des fantômes de billons, colonisés par les pellicules de battance. Les sillons quant à eux deviennent le siège d'un encroûtement épais par sédimentation des sables.

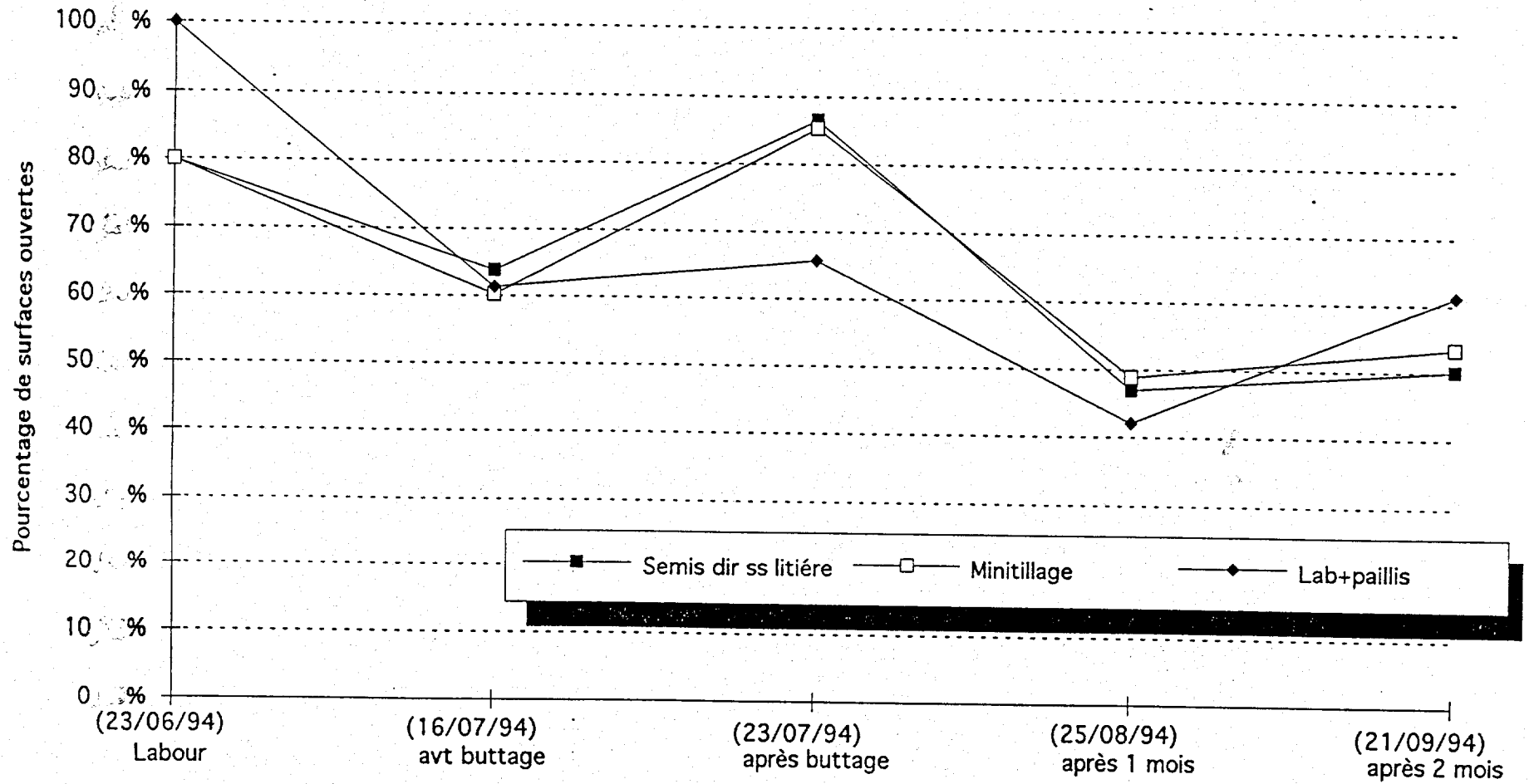
On note néanmoins une différence de comportement entre les diverses variantes de labour. En effet, seules les parcelles « TRM » et « TRM + Fumier » obéissent rigoureusement à la tendance que nous venons de décrire. En revanche, la parcelle « TRM + Mulch » connaît une évolution positive des surfaces ouvertes. Pour le maïs en 1994, le pourcentage des surfaces ouvertes évolue de 27 % à la veille du sarclage à 51 %, 1 mois après le sarclage. Ce phénomène qui est bien visible dans le bloc N s'explique par la présence de la couverture organique qu'est le Mulch, celui-ci favorise l'activité biologique. Dans l'ensemble, le bloc D se comporte mieux que le bloc N.

### *3.1.1.2. Le travail réduit sous litières*

Dans ce groupe de traitements, on distingue les parcelles soumises au travail réduit à la ligne de plantation et le semis direct sous litière. Le graphe I donne une idée de l'évolution des surfaces ouvertes pour les traitements TRSL comparativement au traitement TRM + Mulch. Le minitillage consiste à ouvrir le sol au niveau de la ligne de semis. Les parcelles se comportent différemment selon que le traitement est réalisé mécaniquement ou manuellement.

Mécaniquement, on fait passer les dents de chisel sur la ligne de semis. La microtopographie résultante est constituée de sillons et de billons motteux. La présence de litière et d'adventices protège les mottes contre l'agressivité des pluies et empêche la formation des pellicules de battance. Le minitillage manuel consiste à piocher le long de la ligne de semis, la surface de la

Grphe I .Dynamique des états de surface en relation avec l'infiltration (surfaces ouvertes/surfaces fermées) au cours du cycle cultural pour les traitements sous litière





parcelle est constituée d'une succession de petits pièges à eau dont la vitesse de fermeture est lente.

La nouvelle défriche se comporte mieux que le bloc dégradé.

Pour les traitements ZT, on introduit les graines et les engrais dans le double trou creusé par une houe bifide directement dans la litière existante (après herbicide). Ces parcelles sont le siège d'une intense activité biologique ; on compte plus de 450 turricules de vers de terre pour 100 m<sup>2</sup> (Boli et al., 1994). Elles sont caractérisées par les proportions très élevées de surfaces ouvertes tout au long de la campagne. La dynamique de la surface du sol est presque la même c'est-à-dire diminution des surfaces ouvertes jusqu'à la veille du sarclage, faible diminution et stabilisation jusqu'à la récolte.

Quelle que soit la culture, il y a plus de 50 % de surfaces ouvertes à la veille du sarclage et plus de 70 % à la récolte. On observe quelques pellicules de battance et surtout des croûtes de sédimentation.

La vitesse de fermeture de la surface du sol est très lente tout au long de la campagne (présence notable de sables libres et résidus organiques en contact avec le sol).

Les deux blocs N et D se comportent presque de la même façon.

Pour les parcelles labourées, les surfaces se referment très rapidement car le labour fragilise le sol en détruisant sa cohésion et en accélérant la minéralisation des matières organiques.

Pour les traitements sous litière, l'évolution des états de surface est lente et dépend aussi du niveau de perturbation de la structure.

D'autres techniques culturales ou modes de gestion des terres sont testés sur le dispositif de Mbissiri mais n'ont pas fait l'objet d'un suivi systématique des états de surface, il s'agit des billons cloisonnés, des haies vives et des bandes enherbées.

Les billons cloisonnés augmentent la rugosité de la surface du sol, limitant ainsi le ruissellement, mais la surface reste exposée à l'agressivité des pluies qui forment des pellicules de battance sur les sommets des billons, des croûtes d'érosion sur les flancs et des croûtes de sédimentation dans les aires cloisonnées.

En ce qui concerne les haies vives et les bandes enherbées les parties labourées restent exposées à la dégradation et les états de surfaces évoluent selon la description faite dans le cas du labour.

Ces types de traitement ont l'avantage de réduire le ruissellement et l'érosion sur une grande échelle mais les surfaces labourées n'étant pas protégées, leur intérêt pour le contrôle de la dégradation n'est pas évident.

### **3.1.2. Les surfaces couvertes**

#### **3.1.2.1. Les traitements « Labour »**

Pour ce groupe de traitement, la couverture du sol est évolutive dans le temps (Graphe II).

Au départ, la surface de la parcelle est complètement nue sauf dans le cas du Mulch. A la veille du sarclage, les surfaces des parcelles « TRM » et « TRM + Fumier » ont à peine 20 % de couverture. Cette couverture est constituée de la canopée (plante) et d'adventices. Après le sarclage, la plante atteint le stade de développement maximal.

L'état de dégradation semble jouer un rôle important ici. En effet, on constate que la différence entre le bloc dégradé et la nouvelle défriche va du simple au double. Dans le cas du maïs en 1994, le pourcentage de couverture pour le TRM à la veille du sarclage est de 18 % en N et 7 % en D. Cette différence est du même ordre pour le coton en 1993. Pour les traitements Mulch, la parcelle bénéficie au départ d'une couverture organique importante d'origine externe qui protège le sol contre la battance. Les différences entre les deux blocs sont moins nettes, toutefois l'évolution positive de la couverture est perceptible.

### **3.1.2.2. Le travail réduit sous litière**

Dès le départ, les parcelles bénéficient d'une couverture organique (litière) et végétale (adventices coton ou maïs) très abondantes (graphe III).

L'évolution est très sensible après le sarclage. L'élimination manuelle ou chimique des adventices sur la ligne de semis entraîne une diminution du couvert (de 95 % à 55 % pour les traitements ZT et de 85 % à 60 % pour les traitements Minitillage). Après le sarclage, la couverture évolue positivement jusqu'à son niveau d'avant sarclage qui reste le taux de couverture le plus élevé pendant toute la campagne. Les deux principales composantes de la couverture à savoir la litière et la canopée évoluent en sens inverse (graphe IV).

La litière est très abondante avant la mise en place de la culture et après la récolte (près de 90 %). Par minéralisation, le volume de la litière diminue après buttage : elle ne représente plus que 30 % de la couverture totale.

Il est nécessaire de faire une distinction entre les précédents culturaux. Lorsque le coton est le précédent cultural, la litière est essentiellement constituée de tiges et de branches de coton. Le volume est plus important et la minéralisation plus lente. On retrouve des débris de coton à la fin de la campagne de maïs et même au début d'une deuxième campagne de coton.

La canopée du maïs quant à elle évolue positivement de la mise en place de la culture jusqu'à ce que celle-ci atteigne son développement maximal, à ce moment elle représente près de 70 % de la couverture totale.

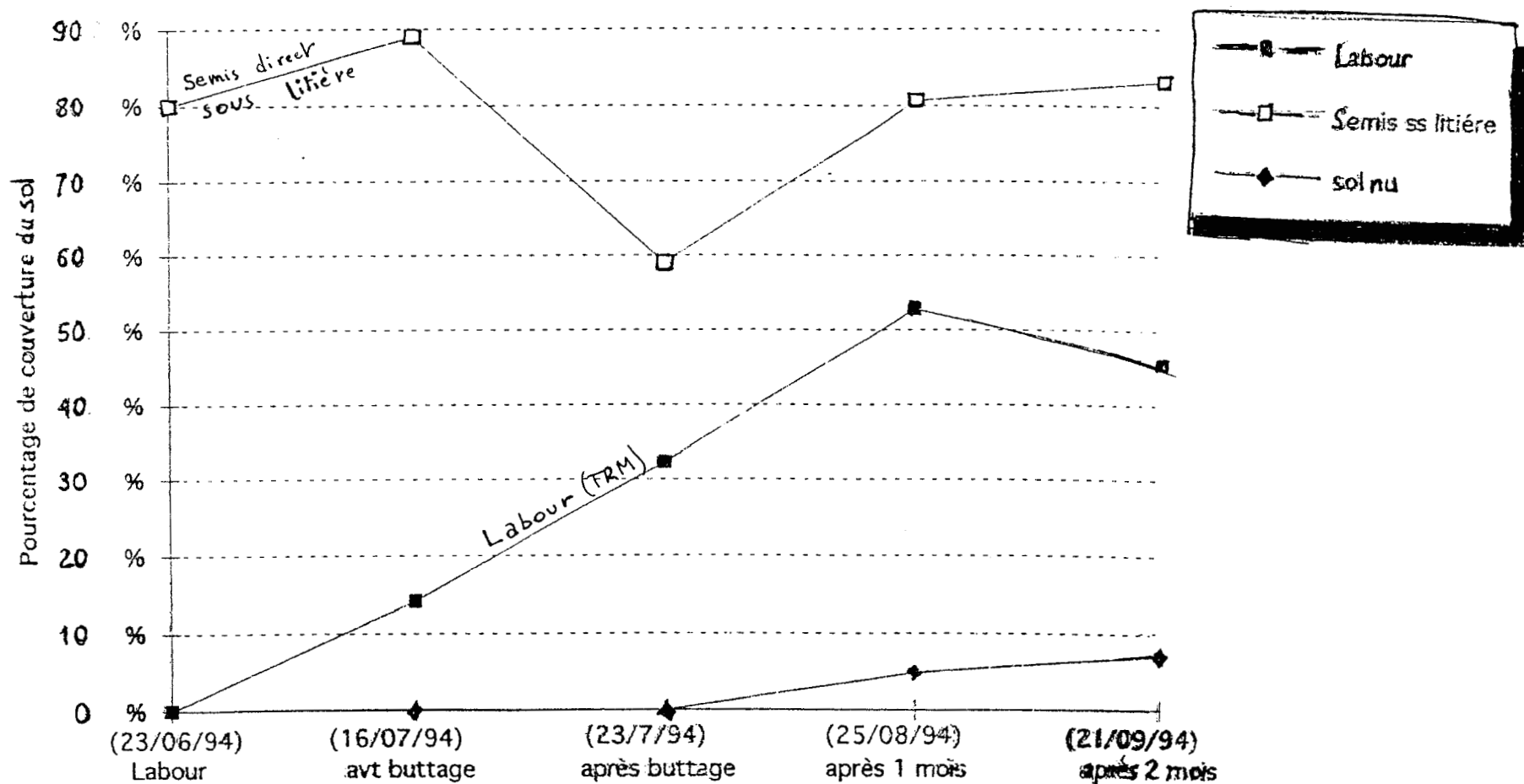
Dans le cas où le précédent cultural est le maïs, la situation est très différente, car les résidus de maïs se décomposent et se minéralisent plus rapidement. La proportion de litière est donc différente d'une année à l'autre.

### **3.2. Relation entre la couverture et l'ouverture du sol**

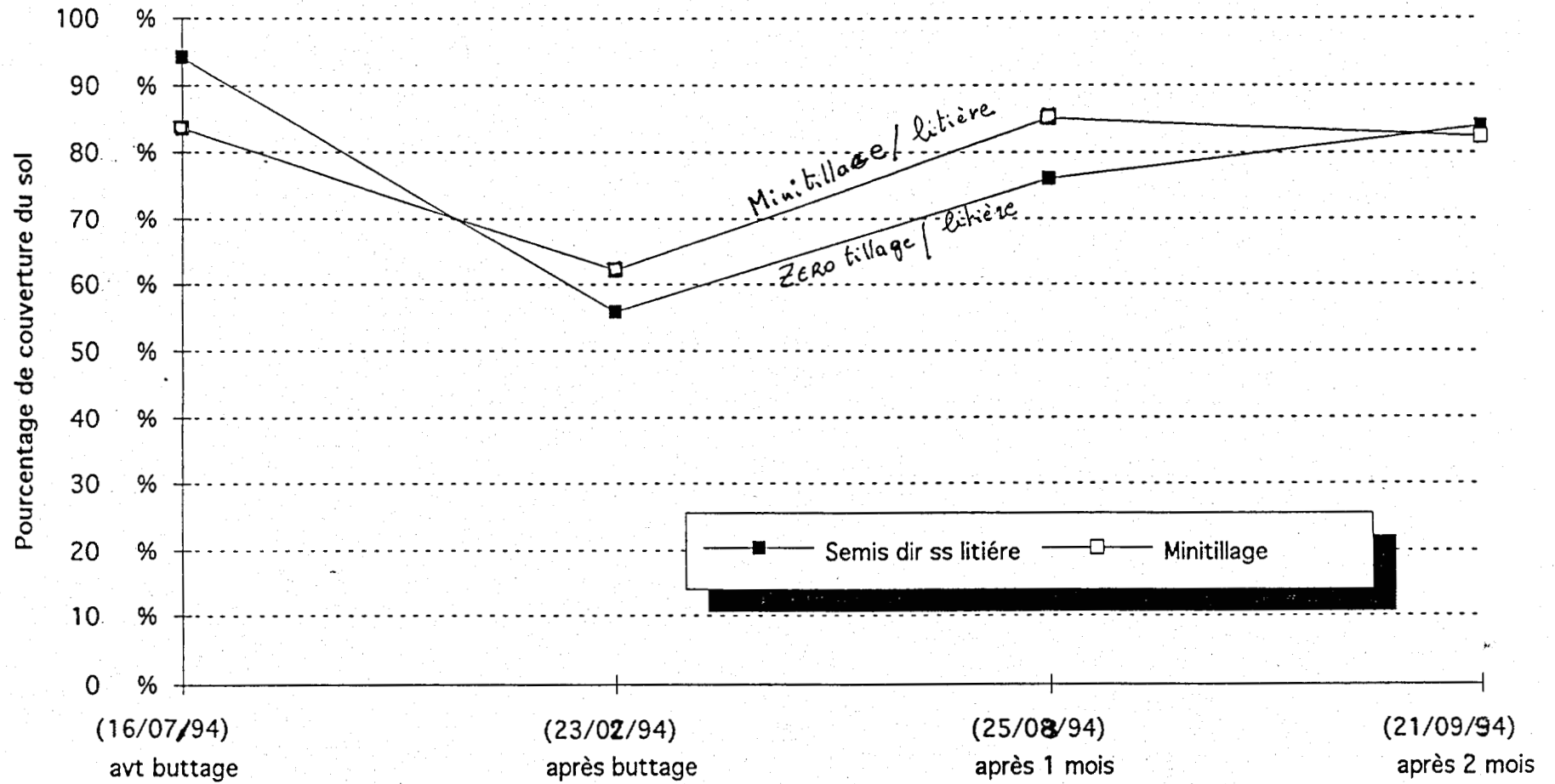
Pour mieux comprendre cette relation, il faut distinguer le fonctionnement des deux types de couverture : la litière et la couverture végétale.

La couverture organique peut être composée de la litière (résidus de coton ou de maïs, adventices morts), du mulch d'origine externe à la parcelle (tige d'*Andropogon gayanus*) ou alors des deux à la fois. De par son contact intime avec le sol, la litière retarde la naissance du ruissellement, augmente considérablement la rugosité de la surface du sol, et permet de

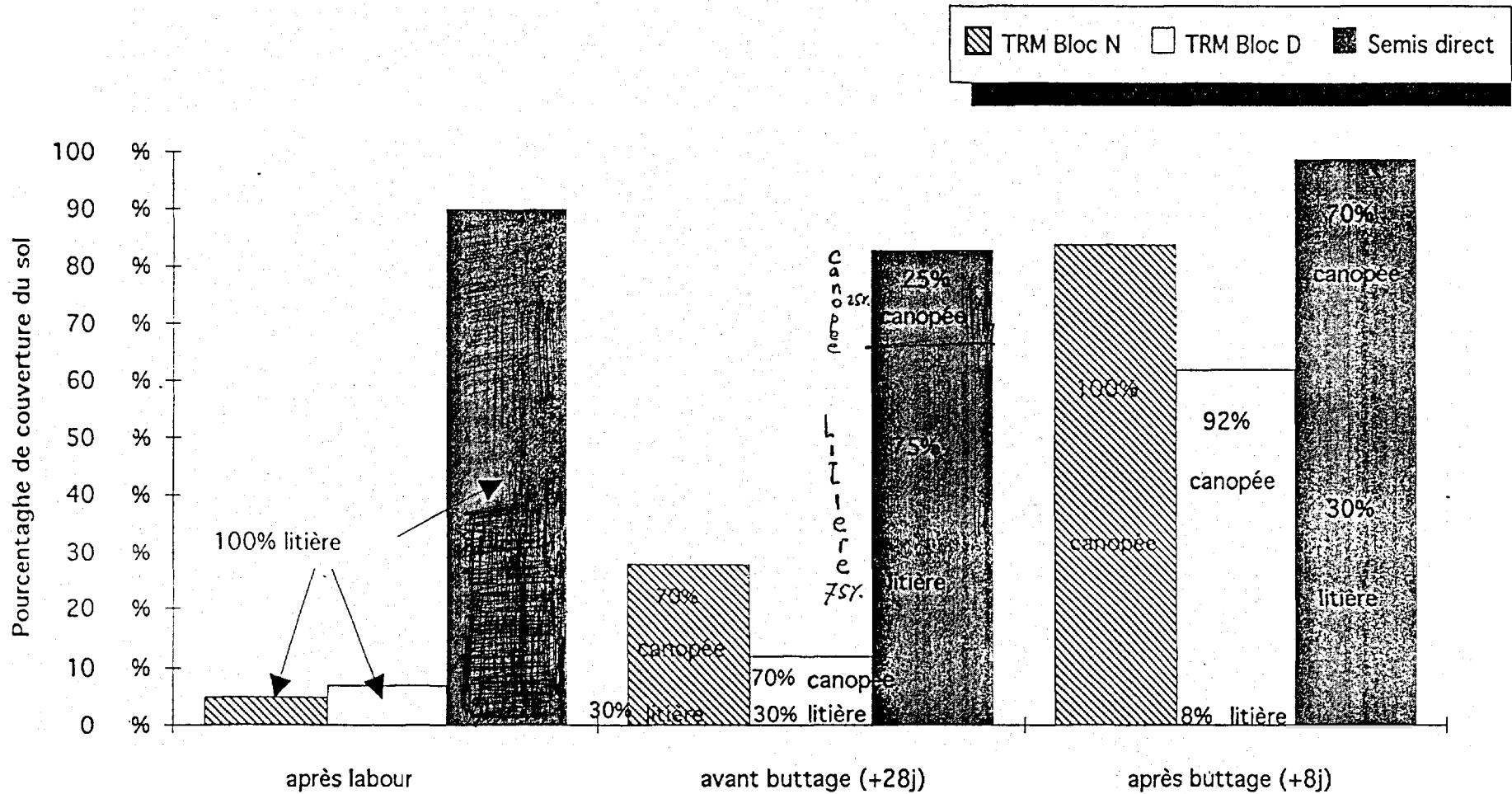
Graph 11. Evolution de la couverture du sol au cours de la saison des pluies et des pratiques culturales selon les différents traitements



Graph III. Evolution de la couverture de sol au cours de la saison des pluies et des pratiques culturales selon les différents traitements à forte couverture du sol



Graphes IV . Evolution du niveau et de la nature de couverture du sol selon les principaux traitements (jeune et vieille défriche)



conserver un certain niveau de macroporosité tout en favorisant l'activité de la mésofaune. Ce type de couverture est caractéristique des traitements TRSL et TRM + Mulch. On trouve un fort pourcentage de surfaces ouvertes durant toute la campagne et la vitesse de fermeture est très faible, on note néanmoins un encroûtement progressif, à l'exemple des parcelles couvertes d'une toile ombrière. La toile ombrière tendue à 10 cm du sol ne favorise pas le développement de la mésofaune comme la litière et le Mulch, mais elle étale le ruissellement tout en diminuant l'énergie cinétique des pluies, ce qui entraîne un encroûtement total.

La couverture végétale quant à elle, évolue progressivement en fonction du degré de développement de la plante et des adventices. Elle protège aussi le sol contre la battance et prolonge la bonne perméabilité du sol.

Sous coton comme sous maïs, on a constaté le rassemblement des eaux le long des tiges provoquant un cisaillement des billons qui vont drainer les eaux contenues dans les sillons, et à l'extrémité des feuilles provoquant des zones préférentielles (croûtes de battance) où la formation des flaques coalescentes est extrêmement rapide. Ces manifestations s'observent sur les parcelles labourées non couvertes (TRM, TRM + Fumier), ici les surfaces se referment très rapidement.

### **3.3. Influence sur la dynamique de l'eau et l'érosion**

#### **3.3.1. La dynamique de l'eau**

Selon les tableaux 3 et 4, les parcelles non couvertes donnent des valeurs de ruissellement très élevées. En 1994, sous culture de maïs, on obtient des coefficients de ruissellement annuels moyens de 18 % à 20 % (KRAM) en N et 34 à 37 % dans le bloc dégradé. L'influence du niveau de dégradation est prépondérante, ces observations sont valables pour la culture de coton en 1993. Les parcelles dont la surface ne bénéficie d'aucune couverture appréciable ont une vitesse de fermeture très grande.

Le traitement TRM + Mulch réduit considérablement le ruissellement (plus de 70 % de réduction par rapport au témoin sol nu travaillé). La couverture du sol est donc très importante pour le contrôle du ruissellement. Le traitement TRM + Fumier se comporte différemment selon qu'on est en bloc dégradé ou non.

En 1993, les parcelles TRM + Fumier ont mieux résisté à la fermeture des surfaces, ce qui n'est pas le cas du maïs en 1994, ce traitement permet un meilleur développement végétal quelle que soit la culture et donne des valeurs de ruissellement constantes au fil des années.

Les parcelles non labourées (TRSL) sont très peu susceptibles au ruissellement, les valeurs observées sont très faibles et constantes au fil des années. On note une différence entre le bloc dégradé et la nouvelle défriche. Les parcelles non labourées sont caractérisées par l'importance des surfaces ouvertes (activité biologique, racines, sables libres). La vitesse de circulation des eaux étant très faible, celles-ci s'infiltrèrent mieux.

Les travaux effectués antérieurement sur le dispositif montrent le profil des parcelles ZT et reste le plus humide pendant la campagne (Sanon, 1992 ; Waechter, 1993). En outre, la présence d'un paillis ou d'une couverture organique en général diminue la demande évaporative.

Tableau 3: Erosion et Ruissellement en relation avec les états de surface sous coton (1993)

Date	Traitement	Ouverture (%)		Couverture (%)		Pluie cumulée (mm)		KRAM (%)		EROSTOT T/ha/an	
		N	D	N	D	N	D	N	D	N	D
1ère pluie après labour 02/06/93	TRM	14.4	43.9	5.8	7.0	35	12.5	19.9	31.6	6.72	25.35
	TRM + Fumier	11.7	22.0	4.0	7.5	35	12.5	17.2	33.5	7.37	24.37
	ZT	97.9	98.8	99.0	90.0	35	12.5	0.3	0.8	0.81	0.87
Avant sarclage et buttage 02/08/93	TRM	7.2	15.8	25.3	11.6	214.6	219.4	19.9	31.6	6.72	25.35
	TRM + Fumier	9.1	20.1	30.7	13.1	214.6	219.4	17.2	35.5	7.37	24.37
	ZT	81.7	79.1	87.0	78.1	214.6	219.4	0.3	0.8	0.81	0.87
2semaines après sarclage et buttage 20/08/93	TRM	4.3	10.8	77.6	66.0	167.1	178.0	19.9	31.6	6.72	25.35
	TRM + Fumier	4.2	8.0	90.0	58.0	167.1	178.0	17.2	35.5	7.37	24.37
	ZT	82.7	74.1	99.0	99.1	99.1	178.0	0.3	0.8	0.81	0.87

**KRAM:** Coefficient de Ruissellement Annuel Moyen

**EROSTOT:** Erosion Totale Annuelle

**N:** Nouvelle défriche

**D:** Bloc Dégradé

**TRM:** Témoin Régional Mécanisé (Labour)

**ZT:** Semi direct sous litière

Tableau 4: Erosion et ruissellement en relation avec les états de surface sous maïs (1994)

Date	Traitement	Ouverture (%)		Couverture (%)		Pluie cumulée (mm)		KRAM (%)		Erosion total (T/ha/an)	
		N	D	N	D	N	D	N	D	N	D
Avant sarclage et buttage	Labour	51.10	62	18.10	7.0	247.5	230.3	20	37	6.00	46.00
	Lab. + F.	45.80	53	19.80	11.0	247.5	230.3	18	34	6.00	29.30
	Lab. +mu	27.00	43	74.00	72.7	247.5	230.3	6.3	13.4	2.75	4.70
	Minitil.	52.70	67	90.00	76.6	247.5	230.3	1.4	2.7	3.72	3.60
	ZT	58.80	58.8	95.80	92.8	247.5	230.3	0.5	3.5	1.94	1.77
1ère semaine après buttage	Labour	93.6	87.6	35.3	25.6	61.0	66.5	20	37	6.00	46.00
	Lab. + F.	89.8	72.9	38.9	29.4	61.0	66.5	18	34	6.00	29.30
	Lab. +mu	64.6	66.9	83.1	85.2	61.0	66.5	6.3	13.4	2.75	4.70
	Minitil.	89.6	81.1	61.4	72.9	61.0	66.5	1.5	2.7	3.72	3.60
	ZT	87.9	85.2	52.0	59.0	61.0	66.5	0.5	3.5	1.94	1.77
1 mois après buttage	Labour	93.0	87.6	35.3	25.6	456.4	494.5	20	37	6.00	46.00
	Lab. + F.	89.9	72.9	38.9	29.4	456.4	494.5	18	34	6.00	29.30
	Lab. +mu	64.6	66.9	83.1	85.2	456.4	494.5	6.3	13.4	2.75	4.70
	Minitil.	89.6	81.10	51.4	72.9	456.4	494.5	1.5	2.7	3.72	3.60
	ZT	87.9	85.20	52.0	59.7	456.4	494.5	0.5	3.5	1.94	1.77
2 mois après butage	Labour	39.1	46.00	56.3	35.1	188.3	237.3	20	37	6.00	46.00
	Lab. + F.	43.0	49.10	43.5	44.8	188.3	237.3	18	34	6.00	29.30
	Lab. +mu	80.9	54.40	77.7	87.4	188.3	237.3	6.3	13.4	2.75	4.70
	Minitil.	53.9	53.00	87.2	77.6	188.3	237.3	1.5	2.7	3.72	3.60
	ZT	54.4	45.90	85.4	82.5	188.3	237.3	0.5	3.5	1.94	1.77

74

**KRAM:** Coefficient de Ruissellement Annuel Moyen

**EROSTOT:** Erosion Totale Annuelle

**N:** Nouvelle défriche

**D:** Bloc dégradé

**LAB:** labour, TRM

**F:** Fumier

**Mu:** Mulch

**Minit:** Minitillage



Vallée et al. (1994) montrent que le système ZT améliore considérablement l'efficacité des pluies mesurées par le cumul des flux productifs (ETR) en zone soudanienne ( $P \cong 1200$ .mm). Ce type de traitement améliore donc le stock d'eau du sol. La saturation en eau qui en découle augmente plutôt les risques de drainage, étant donné que l'état de surface ne favorise pas le ruissellement.

### 3.3.2. L'érosion

Les traitements « Labour » donnent des valeurs d'érosion très élevées, proches de celles du témoin international qui est nu toute l'année. L'essentiel des phénomènes d'érosion se passe entre le semis et le buttage, c'est-à-dire lorsque la plante est en pleine croissance. La couverture du sol est très faible à cette période. D'après les tableaux 3 et 4, les érosions les plus importantes se passent à la période précédemment décrite. Les pertes en terre de la vieille défriche sont trois à quatre fois plus élevées qu'en nouvelle défriche : le bloc D est donc plus érodible.

Sous culture cotonnière (1993), la différence entre le « TRM » et « TRM + Fumier » dans les deux blocs ne dépasse pas 1 tonne, en faveur du TRM. En revanche, sous culture de maïs (1994), le fumier a réduit les pertes en terre de plus de 36 % par rapport au TRM dans le bloc D. Son utilisation semble donc être plus intéressante en situation dégradée. Ceci est d'autant plus vrai que les meilleurs rendements du coton comme du maïs depuis 4 ans sont obtenus dans les parcelles fumées. Le fumier n'empêche pas l'érosion du sol, mais son apport supplémentaire en azote est appréciable.

Les traitements TRSL (Minit et ZT) contrôlent mieux l'érosion. La réduction de l'érosion par rapport au TRM est considérable (plus de 95 % quelle que soit l'année et la culture).

Le Minitillage donne des valeurs de perte en terre plus élevées que le semis direct sous litière. L'étude des états de surface montre que la proportion de surfaces fermées est plus élevée en ce qui concerne le travail sur la ligne. Les deux blocs se comportent de même manière ; donc les états de surface quel que soit l'âge de la parcelle ou son état de dégradation conditionnent le ruissellement et l'érosion sur ce type de sol. Dans les deux blocs, les Minitillages donnent des rendements plus élevés que les ZT quelle que soit la culture. En tenant compte du comportement de chaque traitement, il est nécessaire de voir plus sérieusement le rôle de chacun par rapport à l'état de dégradation du milieu.

L'érosion et le ruissellement évoluent dans le même sens et sont déterminés par les mêmes facteurs. La couverture du sol joue un rôle de piège à sédiments et de filtre, ce qui influence l'érosion de façon notable.

En ce qui concerne les traitements labours, les données de ruissellement et d'érosion changent beaucoup d'une année sur l'autre et les tendances évolutives des états de surface restent les mêmes. Ces traitements donnent les meilleurs rendements mais l'état de dégradation reste un facteur de variation important.

Comparativement aux traitements labour, les traitements TRSL donnent des rendements plus faibles, tout en protégeant mieux le sol contre le ruissellement et l'érosion hydrique. Les travaux de Sanon (1992) montrent que le développement des racines ainsi que celui des parties végétatives sont plus faibles dans les parcelles en semis direct sous litière que les parcelles labourées. On a observé un jaunissement des jeunes plants qui est attribué au phénomène de faim d'azote provoqué par la présence d'un paillis. Sur le même type de sol dans la région de

Garoua (Nord Cameroun), Vallée et al. (1994) trouvent que ce phénomène disparaît après la deuxième année et que les parcelles ZT donnent des rendements qui sont au moins égaux à ceux des parcelles labourées.

L'effet cumulatif temporel des traitements ZT peut être positif sur l'évolution des états de surface et sur le contrôle de la dégradation, il est donc nécessaire d'améliorer les techniques TRSL si l'on veut obtenir des rendements élevés tout en garantissant la stabilité.

#### **4. CONCLUSION**

L'évolution des états de surface sur les sols ferrugineux tropicaux cultivés du Nord Cameroun est très complexe.

Notre étude montre que la dynamique des « surfaces ouvertes » est fonction du temps, de la stabilité de structure, de la texture et de l'itinéraire technique. Le labour et le sarco-buttage jouent un rôle de premier plan dans le cas des traitements labour. L'évolution de la couverture diffère selon que la parcelle est couverte au début de la campagne (TRSL et TRM + fumier) ou non (Labour). La nature et l'origine de la couverture prépondérante du sol sont facteurs de variation de la typologie et des proportions des états de surface en relation avec la dynamique de l'eau ; cette couverture peut être couchée (litières, mulch importé) ou dressée (plante et adventices vivants), naturelle ou artificielle (toile ombrière).

L'état de dégradation du milieu semble influencer sur la vitesse de fermeture de la surface et sur la couverture du sol.

Sur ce type de sol très sableux de la zone soudanienne, le profil hydrique seul (réserve utile ou capacité de stockage) ne détermine pas la dynamique superficielle de l'eau. Quel que soit l'état de dégradation, les états de surface conditionnent le ruissellement et l'érosion. Néanmoins, le terrain dégradé est beaucoup plus susceptible à ces phénomènes de battance que la nouvelle défriche.

Sur nos parcelles, les traitements ZT ont donné des rendements plus faibles que les traitements Labour surtout pour le maïs, les chiffres montrent néanmoins une certaine évolution à la hausse qui, tout comme les états de surface serait attribuée à l'effet cumulatif interannuel positif. En revanche, les Minitillages ont donné des rendements au moins aussi élevés que ceux des traitements labour. L'intérêt du semis direct sous litière, avec travail à la dent sur la ligne de plantation pour le contrôle de la dégradation et la conservation du milieu cultivé est réel, mais des améliorations sont nécessaires afin de garantir une productivité élevée sans laquelle l'adoption définitive de la technique serait impossible : l'objectif de produire beaucoup tout en conservant les ressources naturelles ne serait qu'illusoire.

#### **BIBLIOGRAPHIE**

BOLI Z., BEP A ZIEM B., ROOSE E., 1991 - Enquête sur l'érosion en région cotonnière du Nord-Cameroun. Bull. Réseau Erosion 11, pp. 127-138.

BOLI Z., ROOSE E., BEP A ZIEM B., SANON K. et WAECHTER F.L., 1994 - Effets des techniques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production de coton et maïs, sur un sol ferrugineux tropical sableux. Cah. ORSTOM Pédol., 27, 2, sous presse.

BRABANT P. et GAVAUX M., 1995 - Les sols et les ressources en terre du Nord-Cameroun. ORSTOM, Paris, MESIRES-IRA, Yaoundé, 285 p. + cartes.

CASENAVE A., VALENTIN C., 1989 - Les états de surface de la zone sahélienne, influence sur l'infiltration. Ed. ORSTOM, Paris. Collection Didactique.

ROOSE E., 1991 - Compte rendu de mission au Nord-Cameroun dans le cadre du programme « Dégradation, érosion, restauration des sols sableux soumis à la rotation intensive coton/maïs en zone soudanienne du Nord-Cameroun. ORSTOM, Montpellier, 18 pages.

SANON K., 1992 - Etude du bilan hydrique en fonction des techniques culturales dans un système de culture intensif (coton/maïs) sur sol ferrugineux sableux du Nord-Cameroun. Mémoire DAT CNEARC/ESAT, IRA, Montpellier, 56 p.

VALLEE G., M'BIANDOU M., FOREST F., 1994 - Mise en évidence de la faisabilité d'un système de culture en semis direct : cas de l'aménagement de sanguéré-Djalingo (Cameroun).

WAECHTER F.L., 1993 - Comportement hydrique d'un sol ferrugineux sous rotation coton/maïs à Mbissiri (Nord-Cameroun). Mémoire DESS Paris 12, IRA, CIRAD, ORSTOM, 54 p. + Annexe.

WISCHMEIER W.H., SMITH D.D., 1978 - Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. USDA handbook n° 537, 58 p.



**Pour citer cet article / How to cite this article**

Bep A Ziem, B.; Zahonero, P.; Boli Baboulé, Z.; Roose, E. - 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, pp. 59-77, Bulletin du RESEAU EROSION n° 16, 1996.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : [beep@ird.fr](mailto:beep@ird.fr)