

Relation entre le ruissellement et l'érosion sur sols ferrugineux sableux des savanes soudaniennes du Nord-Cameroun

par

Boli Baboulé Zachée* et **Eric Roose****

*IRAD, BP.2123 Yaoundé, Cameroun.

**LCSC, ORSTOM, BP 5045 F34032 Montpellier, France.

Résumé

Les effets des pratiques culturales sur la dégradation et l'érosion des sols sableux de la zone soudanienne humide du Nord-Cameroun sont évalués sous une rotation intensive cotonnier-maïs en parcelles d'érosion de 100 à 200 m². Le ruissellement moyen annuel (en % des pluies) et les pertes en terre grossière annuelles (en t/ha/an) sont considérés comme des révélateurs de fonctionnement de ces sols. Au terme de 4 années de mesures sur 42 parcelles en 3 blocs, l'analyse globale de la variance montre que le ruissellement est plus sensible aux états de surface du sol que les pertes en terre. En comparant les couples ruissellement-érosion de 4 traitements représentatifs des principaux systèmes de préparation de sol, on obtient une relation linéaire forte entre les pertes en terre (Y) et le ruissellement annuel moyen (X) de la forme : $Y = 0,56X - 1,55$ et $r^2 = 0,74$. Mais on note que si d'une façon générale, aux faibles ruissellements correspondent de faibles érosions, les forts ruissellements n'occasionnent pas toujours de fortes pertes en terre. L'érosion apparaît ainsi comme un phénomène plus complexe que le ruissellement. Elle nécessite en plus, un détachement de particules et une compétence du ruissellement. La prédiction des pertes en terre à partir du ruissellement semble attrayante, à condition de tenir compte des états de surface et de leur évolution dans le temps.

Mots clés : Nord-Cameroun ; sols sableux ; parcelles d'érosion ; pratiques culturales ; relation ruissellement-érosion.

1. INTRODUCTION

Dans le phénomène de l'érosion hydrique, le transport des terres au-delà de l'échelle décimétrique est assuré principalement par le ruissellement (Ellison, 1944). Mais dans le milieu cultivé, de forts ruissellements ne sont pas toujours accompagnés de fortes pertes en terre. A l'inverse, l'absence d'indicateurs de forte érosion, ne signifie absolument qu'il n'y a pas eu d'importantes pertes d'eau par ruissellement. L'étude du comportement du couple ruissellement-érosion apparaît importante dans la mesure où la connaissance de l'un permettrait la prédiction de l'autre. Ce papier étudie cette relation à partir des résultats d'une étude plus générale sur l'effet des différentes pratiques culturales sur le fonctionnement du sol. L'étude a été menée de 1991 à 1994 à Mbissiri, dans la zone soudanienne humide du Nord-Cameroun, sur une rotation intensive cotonniers-maïs. Une quinzaine de pratiques culturales ont été comparées sur la base de leurs effets sur le ruissellement, les pertes en terre et le rendement végétal.

2- MATERIELS ET METHODE

2.1. LE CLIMAT : Mbissiri est situé dans la région cotonnière du Sud-Est -Bénoué, en zone soudanienne humide. La pluviosité est caractérisée par une hauteur de pluies variant entre 1000 et 1500 mm, tombant en 6-7 mois entre avril et octobre (Suchel, 1988).

2.2. LES SOLS : Les sols ferrugineux sableux sont les plus exploités dans les systèmes culturaux pluviaux (Brabant et Gavaud, 1985). Ceux de Mbissiri se sont développés sur du grès. Ils contiennent moins de 10 % d'argile entre 0-15 cm. de profondeur ; ils sont pauvres en matières organiques (1,2 %) et leur capacité d'échange en cations, très liée à la m.o., ne dépasse guère 3 méq./100g de terre. La profondeur du sol meuble au-dessus de la roche-mère ou de l'horizon induré varie de 0 à 200 cm en fonction de la position sur le glacier. La pente moyenne des terrains cultivés est inférieure à 5 %. Les blocs expérimentaux sont répartis sur deux sites : une défriche de 1990 issue d'une jachère d'environ trente ans (blocs A, B et C) et un sol cultivé continuellement pendant près de vingt ans puis déclassé pour la culture intensive en 1990 (bloc dégradé D).

2.3. METHODOLOGIE : L'unité expérimentale de base est la parcelle d'érosion de 100 m² (5m x 20m). Les blocs A et B sont des répétitions complètes et possèdent chacun 16 parcelles d'érosion. Le bloc D sur sol dégradé, en possède aussi 16, mais tous les traitements des blocs A et B, n'y sont pas représentés. Deux groupes de traitements sont testés :

* le groupe basé sur le labour conventionnel dont le témoin vulgarisé noté (TRM), comporte un sol nu après le semis. Dix variantes de ce traitement entrent dans le même groupe : labour et sol nu ou témoin international (NUE) ; matières organiques enfouies par le labour (MO) avec résidus de culture enfouis (TRM-Résidus) et fumier de ferme enfoui à raison de 3t/ha (TRM-Fumier) ; labour puis paillage (Mulch) ; labour et couverture du sol par une grille ombrière tendue à 10 cm du sol (Ombrière) ; labour et densité de semis double (Densité double) ; labour puis billons cloisonnés (Billons cloisonnés) ; labour sur longueur de pente double (TRM40) ; labour et bandes végétales (BV) : haies vives et bandes enherbées.

* le groupe basé sur le travail réduit du sol a pour référence le non travail du sol sous litière ou zéro tillage (ZT). Il comporte 4 variantes : le minitillage (Minitil) où seule la ligne de semis est travaillée sur une largeur d'environ 10 cm ; le zéro tillage sur une végétation de *Calopogonium mucunoïdes* (ZT Calo), sur 20 et 40 m ; le semis direct Sodécoton (SD/Sodécoton) démarre en zéro tillage, puis est transformé en TRM par le buttage lors de l'apport de l'urée, cinq à sept semaines après le semis.

Les variables mesurées : ruissellement, pertes en terre et rendement végétal sont considérées comme des révélateurs ou descripteurs représentatifs du fonctionnement des sols. Seuls les résultats de ruissellement et des pertes en terre des traitements communs aux blocs A,B et D ont servi au calcul de la variance selon la méthode des contrastes. Le système de culture vulgarisé, basé sur le labour conventionnel (TRM) est utilisé comme le témoin central de la comparaison.

Le ruissellement est représenté par le coefficient de ruissellement annuel moyen (KRAM %). C'est le rapport en pourcentage entre la somme des lames ruisselées totales et la hauteur de pluie totale tombée pendant la période considérée. La lame ruisselée (LR) est le rapport du volume ruisselé sur la surface de la parcelle : $LR = \text{volume ruisselé} / \text{surface parcelle}$ en mm. Le volume ruisselé est déterminé après chaque pluie par la mesure de la hauteur d'eau dans les cuves de collecte et de stockage du ruissellement. Les pertes en terre totales sont constituées de sédiments recueillis dans le canal de collecte et des matières en suspension (MES). Les terres de fond sont pesées en humide à volume constant; le poids sec est déduit sur une courbe d'étalonnage préalablement établie. Les pertes sous forme de suspensions sont déterminées à partir d'un échantillon de 10 litres, prélevé dans la cuve de partition. Le culot issu des floculations successives est séché puis pesé ; le poids des MES de l'échantillon est ensuite rapporté au volume ruisselé. Seules les pertes en terre de fond ont servi à l'analyse de la variance.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. PLUVIOSITE : Les principales caractéristiques de la pluviosité des quatre années de mesures en parcelles d'érosion sont données dans le tableau ci-dessous. Y sont indiqués, les précipitations totales annuelles et totales par cycle cultural, le nombre de pluies ayant généré un ruissellement sur au moins une parcelle, le maximum de I_{max30'} observé, le facteur d'érosivité des pluies Rusa (Wischmeier et Smith, 1978) et l'occurrence des séries de pluies (Boli, 1996).

Tableau : Principales caractéristiques de la pluviosité des 4 cycles culturaux à Mbissiri (1991-1994).

Année	Pluviosité annuelle (mm)	Pluviosité du cycle (mm)	Nbre de jours avec russel.	Maximum I _{max 30'} observé (mm/h)	Rusa Index	occurrence des series de pluies
1991	1207	673	13	-	419	oui
1992	1510	1184	24	97	785	oui
1993	1072	772	19	117	496	non
1994	1352	1073	23	91	433	oui

Le faible nombre de pluies ayant généré un ruissellement en 1991 est dû à une date de semis tardive. L'année la plus humide (1992) est globalement la plus agressive. Mais l'année humide moyenne (1994) est moins agressive que l'année sèche (1993). L'année la plus sèche enregistre l'événement pluvieux individuel le plus agressif en terme d'apport instantané d'énergie cinétique. Cette année n'a pas connu de séries de pluies importantes.

3.2. RUISSellement ET EROSION

Les résultats de l'analyse de la variance regroupent les traitements en familles de pratiques culturales ; une famille étant constituée par un ou plusieurs traitements ayant au moins un caractère commun et se comportant de façon comparable au moins vis-à-vis d'un révélateur de fonctionnement. Les regroupements sont variables en fonction du critère de fonctionnement et de l'année.

3.2.1. Sensibilité du ruissellement et de l'érosion aux pratiques culturales

Les figures 1 et 2 montrent les familles de traitements discriminées respectivement par le ruissellement et par l'érosion. On observe que dès la stabilisation des traitements en deuxième année d'expérimentation (1992), le ruissellement discrimine 6 familles de traitements très stables ; les pertes en terre n'en discriminent que 4, les autres variant avec la pluviosité notamment.

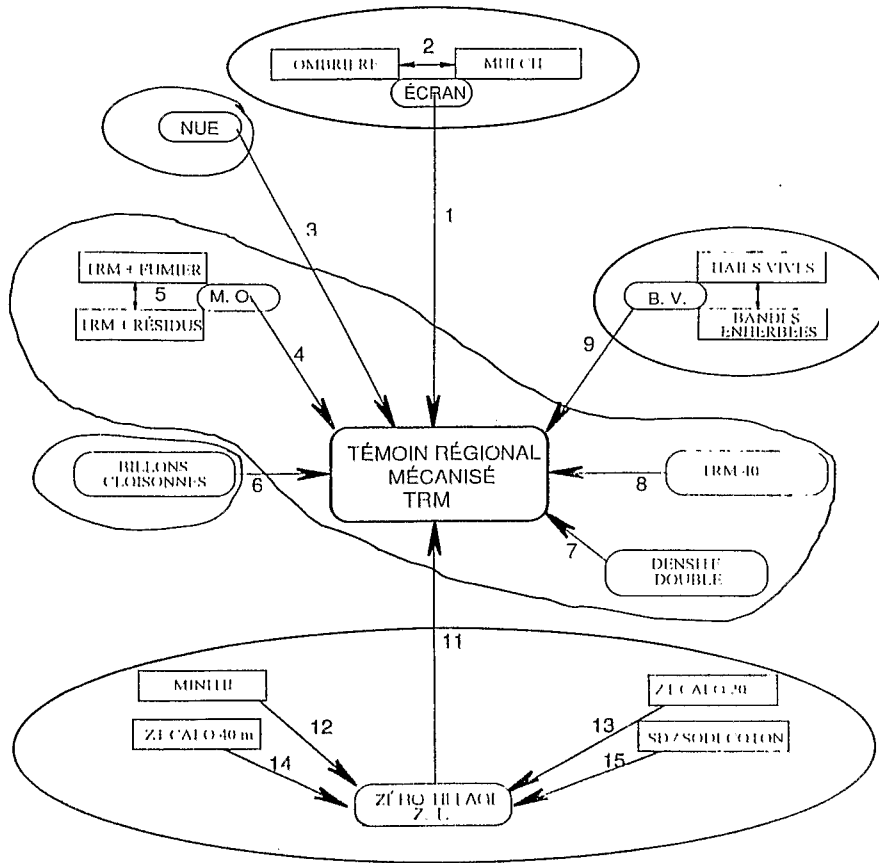


Figure 1 : Familles de traitements selon le ruissellement

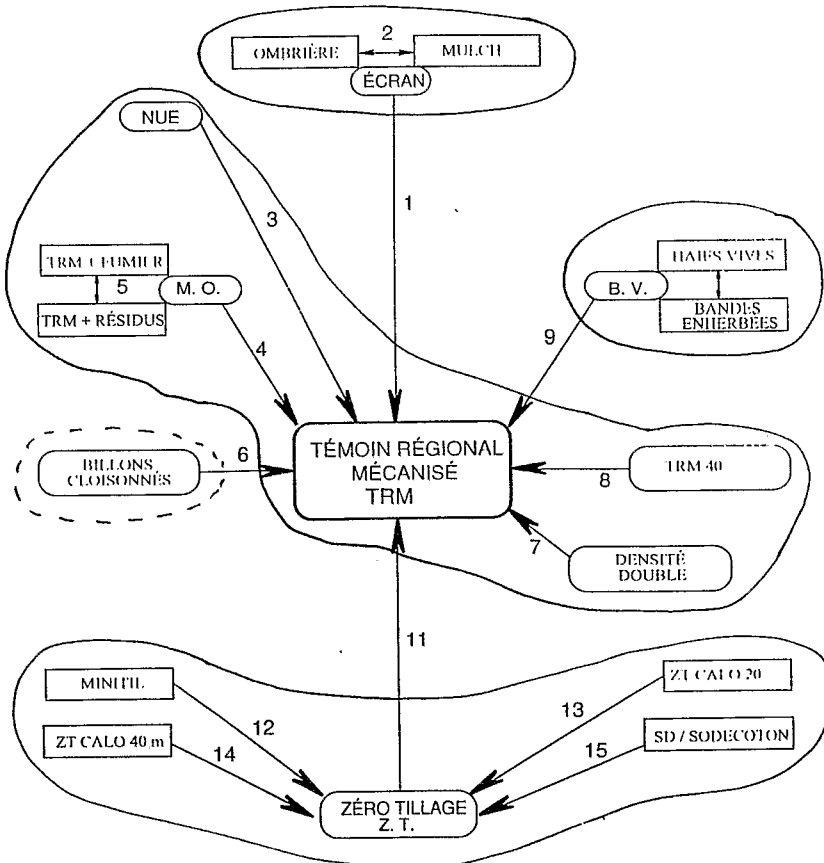


Figure 2. : Familles de traitements selon l'érosion

Cette supériorité de la sensibilité du critère ruissellement aux états de surface du sol signifie que ce révélateur de fonctionnement du sol est plus facile de prédire que les pertes en terre, à partir des pratiques culturales. En effet, pour une pluviométrie donnée, le ruissellement dépend surtout du degré de la fermeture de la surface du sol alors que les pertes en terre dépendent en plus des facteurs qui influent sur le détachement et le transport des particules terreuses (Boli, 1996). Ainsi, on voit en comparant les blocs A et B dont les sols diffèrent surtout par le facteur topographique, que leurs pertes en terres sont très différentes, contrairement à leurs ruissellements qui sont comparables (Fig.3).

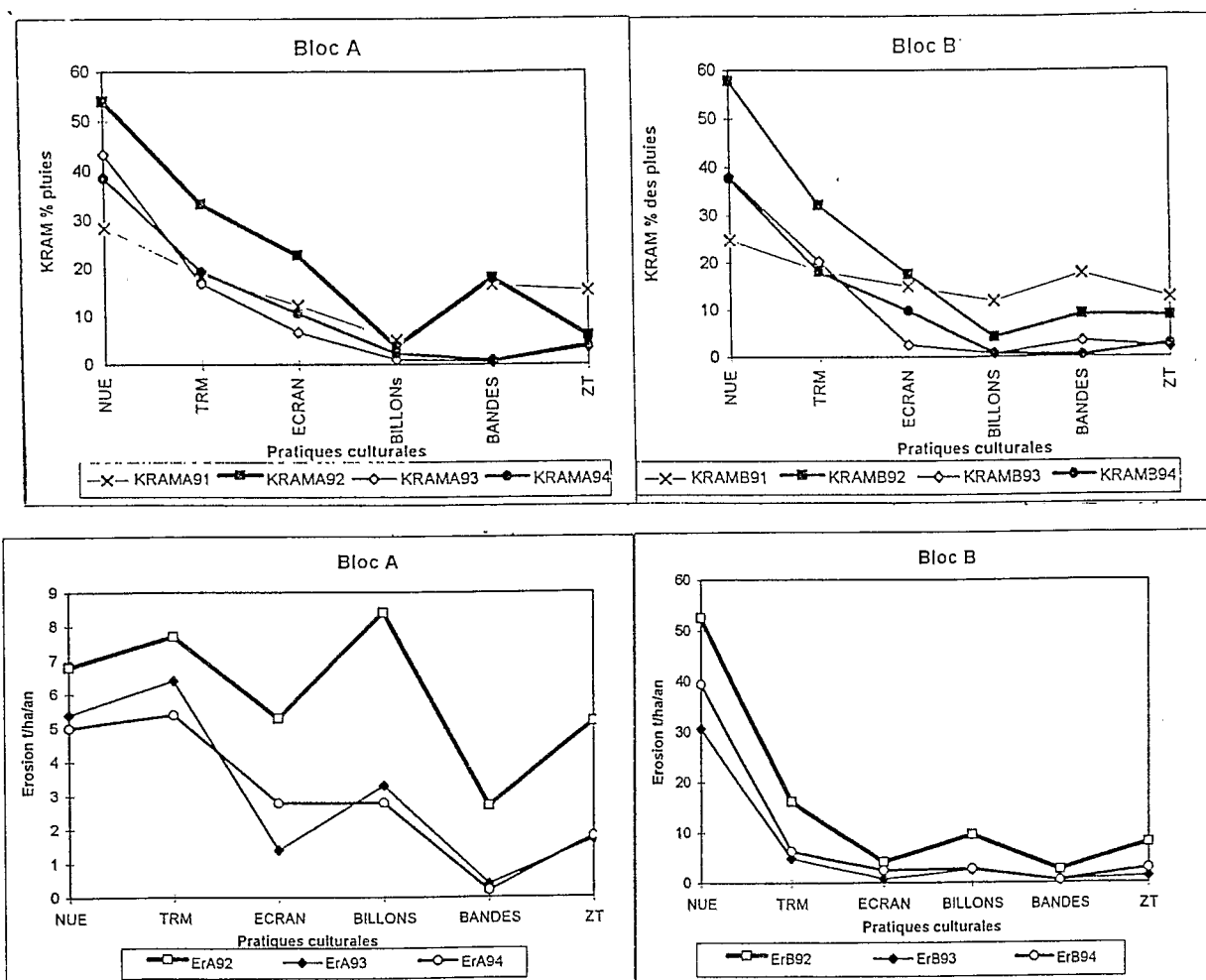


Figure 3 : Ruissellements et pertes en terre comparés des blocs A et B en fonction des pratiques culturales.

3.2.2. Relation Ruissellement-Erosion

A partir des couples ruissellement-érosion des traitements NUE, TRM, ECRAN et ZT, on obtient une relation linéaire assez forte, reliant les pertes en terre grossière (Y) au coefficient de ruissellement annuel moyen (X) de la forme :

$$Y = 0,546 X - 1,55 ; \quad r^2 = 0,74$$

hY : en t/ha/an ; X : KRAM (%)

La figure 4 représentant ces couples de valeurs, montre une forte dispersion des points, en particulier pour des ruissellements supérieurs à 30 %. D'une façon générale, on note qu'aux faibles ruissellements correspondent de faibles pertes en terre. Ceux-ci sont dus aux traitements comportant une couverture du sol. Les pertes en terre élevées correspondent aussi aux ruissellements élevés; mais on constate que ceux-ci peuvent s'accompagner aussi de pertes en terre faibles. C'est le cas lorsqu'une averse tombe sur une surface aplani et encroûtée. On a pu noter aussi que sur sol dégradé, des pertes en terre élevées peuvent provenir de ruissellements modérés.

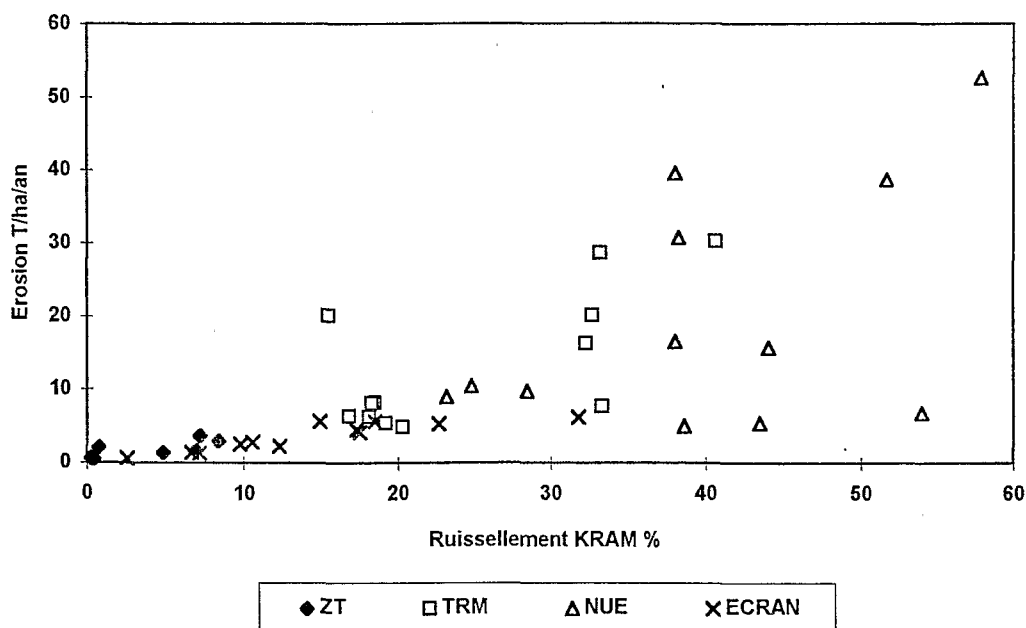


Figure 4 : Relation entre le ruissellement et l'érosion.

En rapprochant les observations sur les figures 3 et 4, on note en définitive que la relation ruissellement-érosion peut se présenter dans cette zone sous trois cas représentatifs :

1. Un ruissellement peut être abondant avec une érosion faible, en l'absence de facteurs de détachement du sol ;

2. La désagrégation peut être intense et le ruissellement incompetent du fait d'une pente très faible (<1%) ou de l'existence d'obstacles dans l'axe des écoulements ;

3. Le détachement est abondant en présence d'un écoulement compétent : il y a forte érosion. Ce cas est favorisé par une pluviosité abondante, l'instabilité du sol, une pente modérée à élevée, la rugosité de la surface du sol et toutes les pratiques culturales qui pèsent sur ces paramètres.

4 . CONCLUSION

Le ruissellement et l'érosion sont deux paramètres sensibles du fonctionnement des systèmes agro-pédo-climatiques. Ils sont particulièrement sensibles aux états de surface du sol déterminés par les pratiques culturales. Ils sont très liés, l'un étant la conséquence de l'autre. Mais comme les deux phénomènes ne sont pas de même niveau de complexité, leur relation peuvent varier d'un état de surface à un autre. On pourrait améliorer la prédiction des pertes en terre en fonction du ruissellement en introduisant un indice d'état de surface.

Références bibliographiques :

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 d'érosion à Mbissiri).Thèse de doctorat en sciences, Un. de Bourgogne; 344p.

Brabant P., Gavaud M., 1985 - Les sols et les ressources en terre du Nord-Cameroun (Provinces du Nord et de l'Extrême-Nord). Cartes à 1/500.000è.éd. ORSTOM.

Ellison W.D., 1944 - Study on raindrop erosion. Agric.Eng. 25 : 131-136.

Suchel J.B., 1988 - Les climats du Cameroun.Thèse de doctorat d'Etat. Tome I pp.1-443 ; Tome III pp.791-1188.

Wischmeier W.H. and Smith D.D., 1978 - Predicting rainfall érosion losses. A guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook n°537, 58p.