

Application d'une approche de quantification de l'érosion hydrique par le suivi du profil en travers de rigoles dans le bassin versant de oued ALLALA.

KESSAISSIA Abderahmane* MAHIEDDINE Mohamed**

*INRF Station de Ténès, Route de Cherchell, Chlef - Email : akessaissiaz@yahoo.fr

** Université Hassiba Benbouali de Chlef - Email : mahieddinez@yahoo.fr

ملخص

لقد مكن تطبيق الطريقة المتمثلة في القيام بأخذ معطيات عن أبعاد الأخدود و معالجتها بواسطة برنامج آلي logiciel Surfer من معرفة نقاط هامة عن التعرية الناتجة عن الجريان السطحي. إن ترك الأراضي الواقعة على المنحدرات بدون غطاء نباتي خلال مدة زمنية طويلة ، يؤدي إلى تلاؤم أسباب و عوامل تركيز المياه مما يزيد في عملية جرف و نزع التربة في الأخاديد خصوصا في مؤخرتها .

ففي هذه الدراسة، سجلت أكبر كمية منزوعة بواسطة الجريان في الجزئين الواقعين في مؤخرة الأخدود(الثالث والرابع) و قدرت على التوالي ب 1884 سم³ و 14962 سم³ من التربة. كما بينت هذه الدراسة إن الجريان داخل الأخاديد يمكن أن تحدث الترسب كما هو الحال في الجزء الثاني أين سجلت فيه 2238 سم³ من التربة المترسبة.

كلمات المفتاح: تعرية بالأخاديد، السر فر، تقدير الانجراف

Résumé

Le suivi de l'évolution des rigoles effectué dans une parcelle abandonnée dans le bassin versant de Oued Allala situé à 200 Kms à l'ouest d'Alger par le biais de la prise des données en trois dimensions (longueur, largeur et profondeur) par maillage et leur traitement par le logiciel Surfer nous a permis de révéler d'intéressants points sur le comportement du ruissellement. Le comportement est plus marqué à l'aval qu'à l'amont de ces formes. Le suivi d'une rigole de 20 mètres de longueur et de 20 cm de largeur moyenne a montré que les tronçons situés en l'aval présentent une plus grande quantité de sédiments enlevée par rapport à celles situés à l'amont. En outre, l'ablation due à l'écoulement ne se manifeste pas d'une manière régulière sur toute la rigole. En effet, nous avons relevé une hétérogénéité du décapage le long de la rigole suite à l'installation de zones de dépôts à certains endroits. Ainsi, sur les tronçons 1, 3, et 4, les volumes de sols décapés sont successivement de 3059 cm³, 1884 cm³ et 14962 cm³ contre un dépôt

équivalent à 2238 cm³ dans le deuxième tronçon. Il est à noter également, que le changement du profil de la rigole n'est pas fortement perceptible au cours d'une seule année.

Mots clés : Erosion, rigole, ruissellement, quantification, Surfer

INTRODUCTION

Les sols des régions septentrionales de l'Algérie sont plus exposés aux divers risques de l'érosion hydrique. Les récentes recherches ont montré que plus de 45 % de la surface de ces sols est affectée (CAMBEAU, 1977).

Les recherches sur la quantification des pertes de sol montrent que l'érosion en nappe est faible (HEUSH, 1972). Elle oscille entre 0.1 à 0.27 t/ha/an dans les régions de Médéa (ARRABI *et al*, 1991) alors que dans le bassin de la Mina au sud de Relizane (GOMMER, 1991) et (KESSAÏSSIA, 1993) chiffrent ces pertes entre 2.3 à 3 t/ha/an. Cependant, à la faveur de longues séries d'averses tombant sur des sols nus en hiver, le ruissellement se concentre le long des versants et provoque des ravinements, des glissements de terrain et des sapements de berges, induisant un important transport solide et un colmatage rapide des réservoirs. La forte susceptibilité de ces sols à l'érosion associée à la réduction du couvert végétal et l'absence de techniques adéquates contre l'érosion font du ruissellement l'agent principal de la dégradation.

L'abandon des terres situées sur les versants, engendre la formation de

plusieurs croûtes de battance, synonyme de l'action abrasive du ruissellement dont l'évolution peut avoir des répercussions économiques importantes aussi bien sur les parcelles de formation qu'au niveau des parcelles de développement du ruissellement. La parcelle de notre étude est un exemple type de ces sols dont l'abandon a engendré la formation de croûtes superficielles imperméables où sévissent toutes les formes d'érosion telle que les griffes, les rigoles et les ravines. Ces parcelles de formation subissent des évolutions en parcelles de concentration du ruissellement. Avec le temps, ces formes évoluent en formes et en dimensions jusqu'à atteindre des proportions difficilement maîtrisables.

Face à l'ampleur de ce phénomène, les études sur terrain sont nécessaires et ce, pour connaître les causes et estimer le degré de l'érosion afin de les contrôler. A cet effet, plusieurs méthodes de quantification ont été déterminées que se soit pour l'érosion en nappe tel que l'équation universelle de perte de sol (USLE), ou bien pour l'érosion linéaire comme, CREAMS (KINISEL *et al* 1982), GUESS, (ROSE *et al*, 1983) et E2D (SCMIDT, 1991). On utilise également, des approches simples comme, les mesures de l'altération des roches in situ (ROVERA, 1990), les mesures de l'enlèvement des matériaux sur les versants (ablation) par mesure géométrique; réglettes, piquets et topographie (CEMAGREF, 1989) et les mesures par le recueillement des matériaux par les gouttières (ROVERA, 1990), les pièges pour les versants et les plages du dépôt pour les lits (MUNIER, 1995).

Cette étude est menée pour le suivi des

profils en travers d'une rigole se trouvant dans une parcelle abandonnée, par l'application d'une approche, souvent utilisée dans le passé, mais dans la fiabilité de ses estimations laissent à désirer vue le manque de l'outil informatique, car elle est fondée sur des méthodes complexes. Aujourd'hui, avec le développement de cet outil, nous l'avons utilisé afin de tester son efficacité et la vulgariser par suite.

MATERIEL ET METHODES

1- Milieu

Cette étude a été menée sur le micro bassin

versant de Téfless faisant parti du bassin versant de Oued Allala, dans la région de Ténès, carte figure 1.

Son exposition est Nord-Ouest et sa pente varie entre 10 à 40%. Le climat est méditerranéen de pluviosité annuelle avoisinant les 420mm et de température moyenne d'environ 23°C, tableau 1.

Le sol est marqué par l'abondance de croûtes de battance, de différentes figures de l'érosion (griffes et rigoles) et par un faible couvert végétal. L'analyse granulométrique du sol montre que le sol est dominé par une texture limono- argileuse (tableau 2)

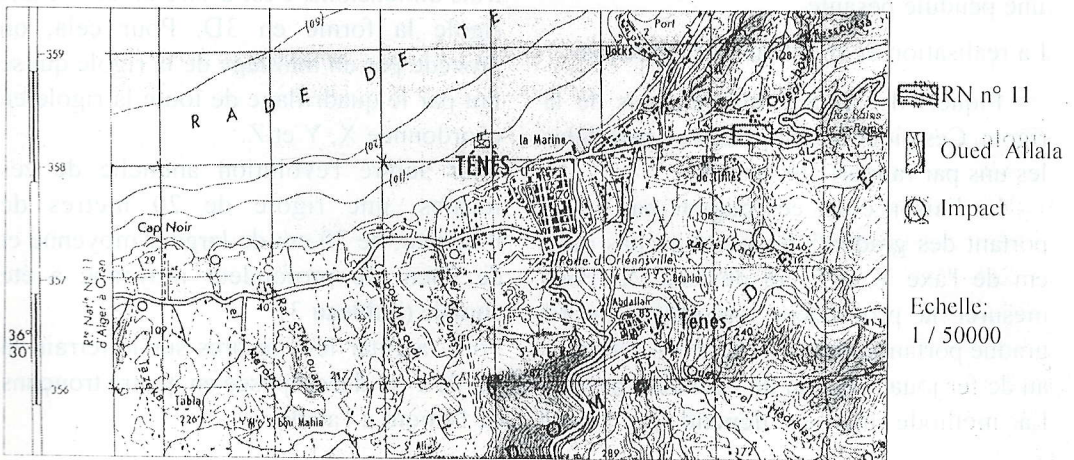


Figure 1 : Carte de situation de la zone de l'étude, extrait de la carte d'Algérie - type 1922.

Tableau 1 : Température et précipitations enregistrées dans la zone d'étude.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	58.1	45.9	44.5	34.5	34.8	07.5	01.7	02.3	15.8	46.8	65.4	58.9
T(°C)	14.9	15	16.5	18.2	20.4	24.1	26.9	28.7	26.5	22.5	18.61	16.1

Source : Station météorologique de Ténès (2003)

Tableau 2 : Texture du sol de la zone d'étude (laboratoire de pédologie, INRF, Bainem 2000).

texture	argile	Limon fin	Limon grossier	Limon fin	Sable grossier
pourcentage	14.15	18.23	42.23	12.44	11.38

2- Méthodologie

La mise en place du dispositif de cette approche ne demande pas beaucoup de matériel, son installation sur le terrain se fait par :

- Quatre piquets de fer
- Deux fils gradués
- Un fil portant à son extrémité un morceau de fer de sorte qu'il ressemble à une pendule pesante.

La réalisation de maillage s'effectue par :

- Piquets de fer aux quatre coins de la rigole. Ces piquets sont placés en parallèles les uns par rapport aux autres.

- La liaison entre ces piquets par un fil portant des graduations ayant un pas de 5 cm de l'axe Y et 5 cm de l'axe X. Pour mesurer la profondeur, on utilise un fil gradué portant à son extrémité un morceau de fer jouant le rôle de pendule pesant. La méthode utilisée dépend de l'outil

informatique, elle permet la détermination du volume des différentes figures d'érosion (griffes, rigoles et ravines) sur la base de la règle de Simpson's et la règle trapézoïdal. Elle permet aussi de suivre ces figures après les événements pluviaux, ce qui facilite le calcul des sédiments transportés par le ruissellement.

Cette méthode s'applique aux formes de trois dimensions, c'est-à-dire on donne à la rigole la forme en 3D. Pour cela, on procède par un maillage de la rigole qui se fait par le quadrillage de toute la rigole en coordonnée X, Y et Z.

Pour suivre l'évolution annuelle de ces formes, une rigole de 20 mètres de longueur, de 20 cm de largeur moyenne et de 20cm de profondeur moyenne a été choisie (Tableau 3).

Pour faciliter les mesures sur le terrain la rigole a été décomposée en quatre tronçons de l'amont à l'aval.

Tableau 3 : caractéristiques des différents tronçons

Tronçons	Tronçon 1	Tronçon 2	Tronçon 3	Tronçon 4
Largeur (cm)	15	20	20	25
Profondeur moyenne (cm)	15	20	20	25
Pente (%)	40	20	30	25
Altitude (m)	150	148.4	147.6	146.4
Longueur du tronçon (m)	04	4	4	4

Application d'une approche de quantification de l'érosion hydrique par le suivi du profil en travers de rigoles dans le bassin versant de oued ALLALA.

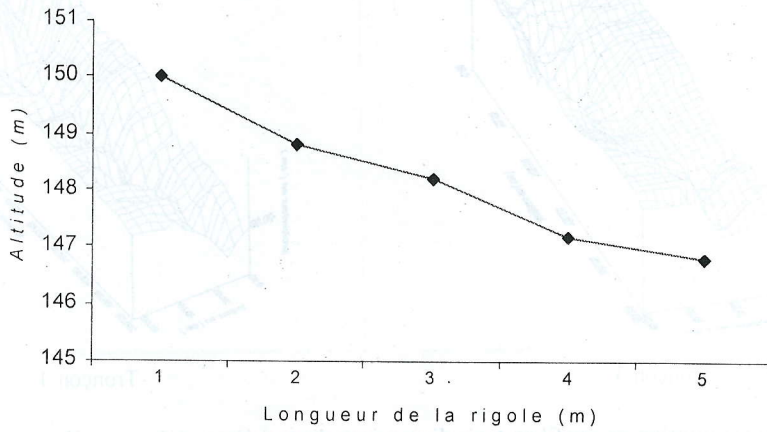


Figure 2: Profil en long de la rigole où se représente les quatre tronçons

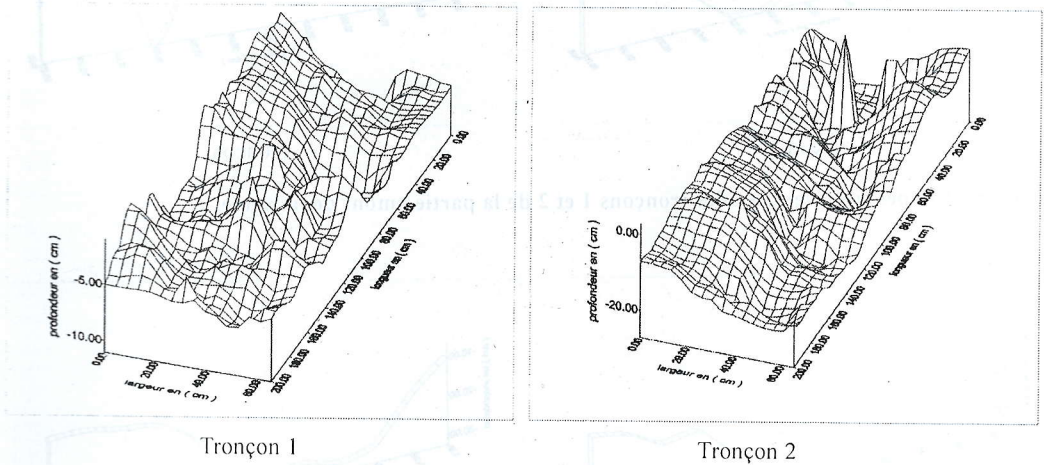
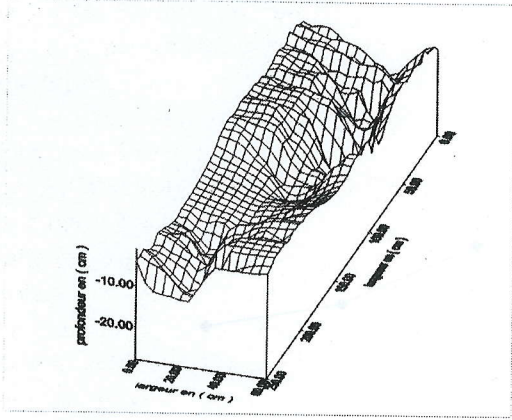
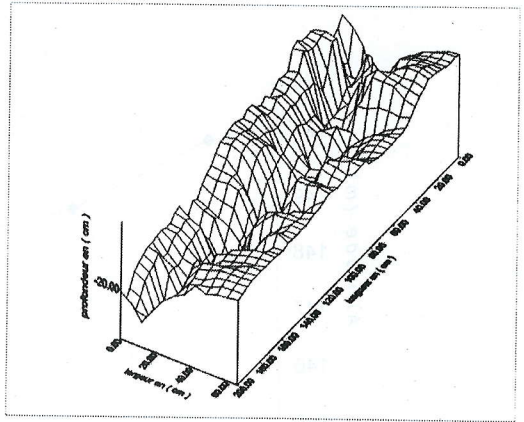


Figure 3 : Représentation en profil en trois dimensions du premier et du deuxième tronçon de la rigole avant la saison pluviale 2002 - 2003.

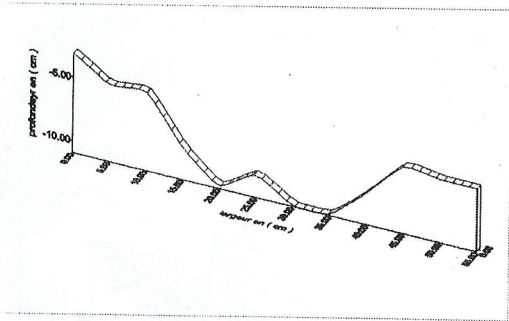


Tronçon 3

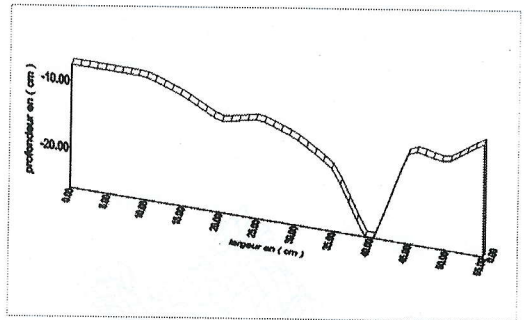


Tronçon 4

Figure 4 : Représentation en profil en trois dimensions du troisième et du quatrième tronçon de la rigole avant la saison pluviale 2002 - 2003.

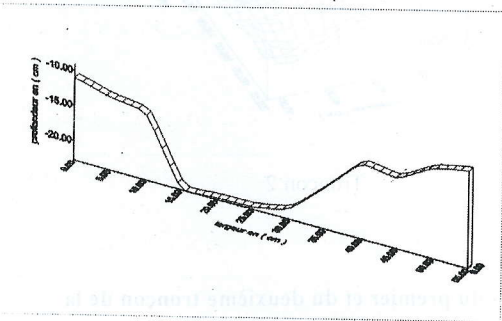


Tronçon 1

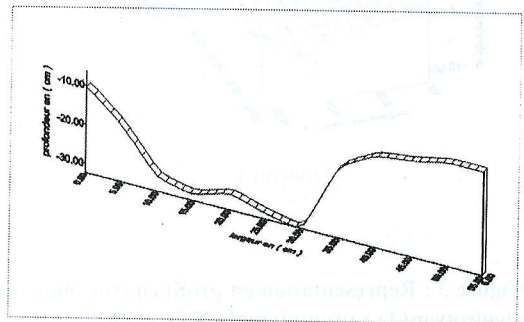


Tronçon 2

Figure 5 : Coupes transversales des tronçons 1 et 2 de la partie amont de la rigole.



Tronçon 1



Tronçon 2

Figure 6 : Coupes transversales des tronçons 3 et 4 de la partie aval de la rigole.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les prises de données des quatre tronçons de la rigole ont été effectuées par maillage avant et après la saison pluviale 2002 - 2003.

1 - Avant la saison pluviale 2002 - 2003

La représentation graphique de ces données, avant les précipitations est représentée par les figures suivantes.

On constate que les modifications enregistrées au niveau de la rigole à la suite de plusieurs années de mise en jachère sont plus distinguées dans la partie aval.

Les coupes transversales, (figures 5 et 6), montrent que la profondeur n'est pas uniforme sur toute la longueur de la rigole, elle varie de 5 cm à 15 cm à l'amont et de 20 à 35 cm à l'aval. De même les variations en largeur à l'amont sont moins importantes qu'à l'aval.

Les variations des dimensions de la rigole traduisent l'effet de l'érosion par le ruissellement. Ce dernier, en présence des conditions favorables commence à se concentrer. Sa vitesse et sa charge augmentent au niveau du rétrécissement de la section de la rigole, de la pente et ainsi de la diminution de la rugosité, conformément à la formule de Manning.

$$v = 1/n R^{2/3} I^{1/2}$$

Avec v : la vitesse de l'écoulement (m/s), n : la rugosité ($s/m^{1/3}$), R : le rayon hydraulique (m) et I : la pente du canal (m/m).

En présence des conditions de concentration de ruissellement, (faible infiltration, faible rugosité et forte averse), le ruissellement se concentre rapidement et son énergie devient plus importante à cause de

l'accroissement de son volume et de sa vitesse. Ainsi son pouvoir érosif et sa capacité de transport des sédiments s'entrouvrent fortement renforcées.

Cette distinction confirme les observations de (ROOSE, 1973), selon les quelles, les rigoles ne se dessinent qu'à 4 à 5 mètres en dessous de la bordure amont des parcelles et s'approfondissent à mesure qu'on s'éloigne. Ainsi, lorsque l'écoulement trouve les conditions favorables de se concentrer, il influe sur l'évolution des différentes formes de l'érosion d'une manière spectaculaire en causant un décapage total de l'horizon humifère et de l'ensemble de matériaux meubles sur la largeur concernée par le chemin

2 - Après la saison pluviale 2002-2003

Les figures 7 et 8 représentent les profils en trois dimensions, après la fin de la saison pluviale 2002 - 2003. Elles montrent qu'au cours de cette saison, les variations ne sont pas nettement distinguées par l'observation.

La comparaison de ces profils par rapport aux précédents profils, ne montre pas une nette distinction graphique au bout d'une année car les variations minimales qui se sont manifestées ne sont perceptibles que sur le terrain, nécessitant ainsi une observation de long terme.

3 - Quantification de transport solide

Après la détermination des volumes, (tableau 4), des différents tronçons de la rigole en utilisant le logiciel " Surfer " et en se basant sur les trois règles de calcul de volume : Simpson's, Simpson's 3 et la règle trapézoïdal. Le calcul de matériaux solides a été effectué par la formule suivante:

$$d = m/v$$

avec d : la densité du sol (g/cm^3): la masse de sol et v : le volume du sol (cm^3).

La quantité de terre déplacée de la rigole moins celle déposée est équivalent à 29.020 kg.

Sur de grandes superficies, cette quantité pourrait atteindre des valeurs très élevées. En extrapolant cette valeur à la parcelle d'étude de 30 rigoles et de longueur moyenne de 30 m, la valeur des sédiments pourrait atteindre 26118 kgs (26.02t/ha). Cette valeur montre l'importance de l'érosion linéaire. Ceci pourrait être expliqué par :

- La susceptibilité de ces sols à ce type d'érosion (texture limono argileuse). Les sols de texture limoneuse, selon (BLUM *et al* 1995) ont une tendance plus élevée à la destruction et alimentent beaucoup plus le ruissellement

- L'irrégularité des précipitations qui tombent avec de fortes intensités sur des sols souvent nus.

- Par la topographie du terrain généralement marquée par des pentes supérieures à 10%.

- L'appropriation des conditions de concentrations du ruissellement (dominance des croûtes de battance, absence des aménagements antiérosifs, absence de couvert végétal).

Dans ces conditions, le ruissellement se concentre rapidement et forme de nouvelles griffes ou bien provoque l'évolution d'autres formes d'érosion (rigole ou ravine), augmentant le décapage de sol du canal et son transport vers l'aval, en provoquant la segmentation des terres à l'amont, l'envasement des réservoirs d'eau, l'inondation des terres et la destruction des ouvrages.

Tableau 4 : Volume des différents tronçons de la rigole, avant et après la saison pluviométrique 2002- 2003.

Tronçons (T)	Avant la saison pluviale 2002 - 2003				Après la saison pluviale 2002 - 2003			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Vs R S cm^3	71734.1	120507	187572	176086	74818.7	118189	191006	191062
Vs R S 3 cm^3	71795.1	120306	187570	176413	74895.7	118401	188401	191387
Vs R T cm^3	71886.8	120856	187844	176184	74859.3	118365	189128	191121
V M en cm^3	71798.7	120556	187662	176228	74857.9	118318	189512	191190

Vs R S cm^3 : Volumes par la règle de Simpson'S en cm^3

Vs R S 3 cm^3 : Volumes par la règle de Simpson'S 3 en cm^3

Vs R T cm^3 : Volumes estimés selon la règle trapézoïdale en cm^3

V M : volume moyen

Les quantités de sol affouillées ou bien déposées sont indiquées dans le tableau 5.

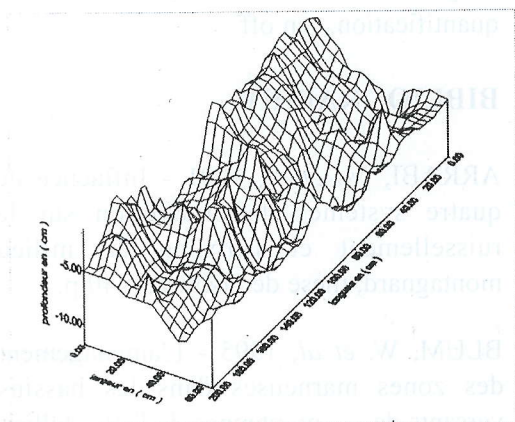
Tableau 5 : Masse en gramme affouillée ou déposée le long des différents tronçons de la rigole

Tronçons	Vi	Vf	Vf-Vi (cm ³)	d	Masse de sol (g)	Observation
Tronçon1	71798.7	74857.9	1884	1.65	3108.60	Affouillement
Tronçon2	120556	118318	-2317	1.65	-3823.05	Dépôt
Tronçon3	187662	189512	3059	1.65	5047.35	Affouillement
Tronçon4	191190	14962	24687.3	1.65	24687.3	Affouillement

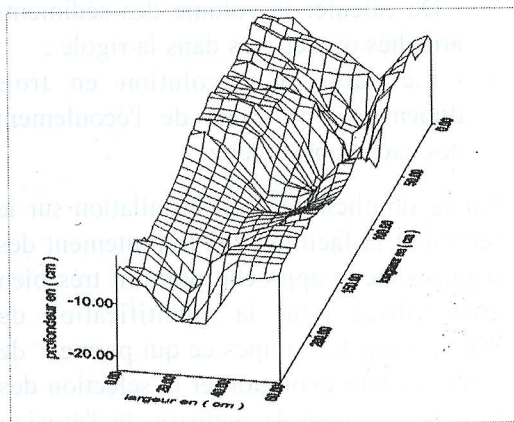
Vi : Volume initial (cm³)

Vf : Volume final (cm³)

d : Densité du sol (g/cm³)

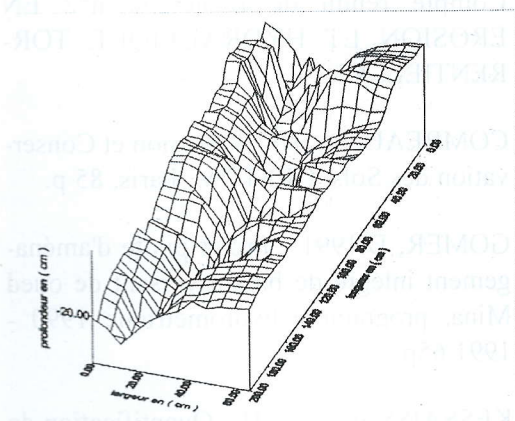


Tronçon 1

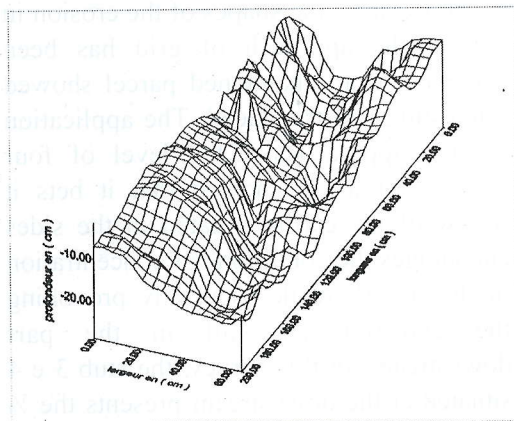


Tronçon 2

Figure 7 : Représentation en profil de trois dimensions du premier et du deuxième tronçon de la rigole après la saison pluviale 2002 - 2003.



Tronçon 3



Tronçon 4

Figure 8 : Représentation en profil de trois dimensions du troisième et du quatrième tronçon de la rigole après la saison pluviale 2002 - 2003.

CONCLUSION

Le suivi de la rigole par l'application de l'approche de maillage et le traitement des données en trois dimensions par le logiciel " Surfer " a permis de déterminer des points intéressants qui peuvent servir dans le contrôle de l'érosion linéaire.

Il nous a permis :

- De calculer le volume des sédiments arrachés ou déposés dans la rigole ;
- Le suivi de l'évolution en trois dimensions du canal de l'écoulement des eaux superficielles.

Par la simplicité de son installation sur le terrain et la facilité dans le traitement des données, cette approche pourrait très bien être utilisée pour la quantification de l'érosion par les ravines ce qui permet de contrôler leur évolution et la sélection des techniques pour la maîtrise de l'érosion linéaire.

Summary

A follow-up of the shapes of the erosion in rill by the approach of grid has been achieved in an abandoned parcel showed interesting points. Indeed, The application of that approaches a the level of four sections of a rill showed that it bets it fallow of the earths situated in the sides encourages the conditions of concentration of the runoff, while especially provoking the extortion of soil in the part downstream. In this survey, the stub 3 e 4 situated at the downstream presents the $\frac{3}{4}$ of the quantity pulled .En besides, the ablation due to the out-flow doesn't appear in a regular manner on the whole rill, since

notes the installation of the zones of soil deposits of it. Thus, the sections 1, 3, and 4 present an extortion of soil equal a successively; 3059 cm³, 1884 cm³ and 14962cm³ against a deposit equivalent to 2238 cm³ in the second .Il section is also noted, that the change of profile of the rill is not greatly audible during only one year.

Key words : Erosion, rill, Surfer, quantification, run off

BIBLIOGRAPHIE

ARRABI, M. *et al*, 1991 - Influence de quatre systèmes de production sur le ruissellement et l'érosion en milieu montagnard, thèse de doctorat, 240 p.

BLUM, W. *et al*, 1995 - L'aménagement des zones marneuses dans les bassins versants de montagnes de l'atlas tellien semi-aride, GTZ, 142 p.

CEMAGREF GRONOBLE, 1989 - Bassins versants expérimentaux de Draix. Compte rendu de recherche n°2 EN EROSION ET HYDRAULIQUE TORRENTIELLE.

COMBEAU, A. 1977 - Erosion et Conservation des Sols. ORSTOM, Paris, 85 p.

GOMER, D.1991 - Projet pilote d'aménagement intégré de bassin versant de oued Mina, programme hydrométrique 1990 - 1991 65p.

KESSAISSIA, A. 1991 - Quantification de perte du sol par le modèle mathématique, mémoire de fin d'étude pour l'obtention de

diplôme d'ingénieur, INESA de Chlef,
1993, 73p.

KNISEL, W. *et al*, 1982 - CREAMS, a
system for evaluate a best management
practices, in Economy and ecology: Root
of production conservation, soil conser-
vation society of America, Ankeny, IOWA.
117 - 194 p.

MEUNIER, M. 1995 - Compte rendu du
recherché n°3 BVRE de Draix, etude de
CEMAGREF, série équipement pour l'eau
et l'environnement.

ROOSE, E. 1973 - Dix - Sept années de
mesure expérimentales de l'érosion et de
ruissellement sur un sol feralitique sableux
de basse Cote d'Ivoire. These doct. Ing.
N°20, Abidjan, ORSTOM, 125 p.

ROSE, C. *et al*, 1983 - Mathematical
model of soil erosion and deposition
process, theory for a plane land element
soil science, J 47 p.

ROVERA, G. 1990 - Géomorphologie
dynamique et aménagement des versants
en moyenne Tarentaise, thèse de géogra-
phie de l'UJF Grenoble, soutenue le 26
octobre 1990.

10

SCHMIDT, D. 1991 - Modeling long-
term soil loss and form change on the
hydraulic and erosion mechanic of over
land flow, university of keel Stafford shire
England 8 -12 p.