

**EFFETS DE QUELQUES SYSTEMES DE CULTURE  
SUR L' EROSION HYDRIQUE, LE RUISSELLEMENT ET LA FERTILITE DU SOL  
DANS LE SEMI-ARIDE TUNISIEN**

**M. KAABIA**

INRAT - Laboratoire d'Agronomie  
Rue Hédi Karray, 2049-Ariana, TUNIS.

**RESUME**

Un grand nombre de régions agricoles du nord ouest de la Tunisie sont gravement confrontées à tous les aspects de l'érosion hydrique. Ce travail vise à étudier son effet sur les terres agricoles en pente. L'expérimentation a porté sur différentes cultures en assolements biennaux sur une exploitation agricole. Des dispositifs métalliques de collecte de sédiments érodés et de ruissellement ont été implantés à l'amont et à l'aval des parcelles. La comparaison des différentes cultures a permis de dégager des quantités de terre érodée et d'eau ruisselée très élevées sur la jachère traditionnelle avec une différence significative au seuil de 5% par rapport aux autres types de cultures. Par contre, la jachère en courbes de niveau et le médicago ont enregistré un faible taux d'érosion hydrique. Les assolements blé-médicago et blé-jachère en courbes de niveau ont présenté les quantités les plus faibles de transport solide et de ruissellement en comparaison avec les autres assolements préconisés. La perte de taux de matière organique, d'éléments minéraux (N, P, K) et d'argile par l'érosion hydrique est considérable dans les terres cultivées en pente.

Un système de culture approprié sur les terres en pente est nécessaire afin d'assurer une meilleure viabilité de l'exploitation agricole.

**Mots clés :** Erosion, Ruissellement, Fertilité du sol, Systèmes de culture, Semi-aride.

**ABSTRACT**

**Effects of Water Erosion on Agricultural Lands**

A good few of agricultural lands of the north western region of Tunisia are seriously affected by all aspects of water erosion.

The objective of this work is to study the effect of water erosion in agricultural lands on slope. The experiment has been conducted for different crops with a two year rotation on a

farm land and a sheet metallic design has been installed at the upper and lower parts of the plots in order to measure soil loss and runoff.

The comparison between the different crops allowed to show up a big amount of eroded soil and runoff on the traditional fallow with a significant difference at 5% in comparison with the remaining crops. In contrast, the fallow on contour lines and the medicago have registered a low rate of water erosion. Crop rotations of wheat-medicago and wheat-fallow plowed on contour lines have had the lowest rates of soil loss and runoff as compared with the other rotations considered. Finally, the loss of organic matter, mineral nutrients ( N, P, K ) and clay caused by water erosion is considerable in agricultural lands on slope. It seems necessary to apply an appropriate farming system in lands on slope so as to guarantee a better viability of the farm exploitation.

**Key words :** Erosion, Runoff, Soil fertility, Cultural systems, Semi-arid.

## 1. Introduction

L'érosion est l'un des problèmes majeurs dans les terres agricoles en pente du nord ouest de la Tunisie. Ces régions, appartenant tout aussi bien à la frange du semi-aride, sont à vocation agricole basée essentiellement sur la céréaliculture et l'élevage ovin, ces derniers constituent une source vitale pour les revenus des agriculteurs.

Un grand nombre de ces régions agricoles sont gravement confrontées à tous les aspects de l'érosion hydrique causant ainsi un transport solide important (Min. de l'Agri. , 1991 ). Ceci est dû à la présence d'un relief accidenté, à l'agressivité des pluies et à une surexploitation des réserves végétales naturelles par l'homme et l'animal par suite de l'inadaptation des techniques culturales aux conditions écologiques locales.

En outre, les terres agricoles en pente non protégées par des techniques anti-érosives adéquates et des assolements appropriés engendrent une perte importante de sédiments et un taux de ruissellement élevé. Ces techniques de conservation engendrent essentiellement en une réduction de l'effet de l'érosion hydrique et par conséquent en une augmentation de l'infiltration et du stock d'eau dans le sol ( Power et al., 1981 ).

Des analyses statistiques réalisés aux Etats Unis ont pu dégager les rapports pouvant exister entre les pertes en terre d'une parcelle et les différents facteurs qui interviennent, conformément à la formule ci-dessous et qui donne une estimation de la perte en terre ( Wishmeir et Smith, 1978 ).

$$A = R ( K.L.S.C.P. )$$

A = Perte en terre exprimée en tonnes/unité de surface / an.

R = Indice de pluie.

K = Coefficient d'érodibilité du sol.

LS= Longueur et degré de pente.

C = Type de culture pratiqué.

P = Technique anti-érosive mise en oeuvre.

Parmi ces facteurs qui interviennent directement dans le processus de perte en sol, (C) et (P) constituent les principaux facteurs sur lesquels l'homme peut agir afin d'améliorer le couvert végétal par des assolements adéquats et par l'adoption de techniques anti-érosives appropriées. L'objectif de cet article est de comparer les effets des systèmes de culture pratiqués et par conséquent d'étudier l'influence des facteurs C et P sur l'érosion hydrique.

## 2. Matériels et méthodes

Une exploitation située dans la région de Goubellat a été choisie comme site de l'expérimentation. Le travail de recherche s'est déroulé durant les campagnes 87-88; 88-89 et 89-90. Le site présente des terres moyennement dégradées avec une pente de 11% et une pluviométrie très variable avec une moyenne annuelle de 445 mm calculée sur 50 années ( Khaldi et al.(1986). La texture du sol est équilibrée ( 32,5% argile; 20% limon; 47,5% sable ).

L'expérimentation a porté sur une étude comparative du transport solide et du ruissellement sur différentes cultures en assolements biennaux. Les parcelles de l'exploitation, ayant servi comme dispositif expérimental, présentent une superficie de 1ha environ réparti sur des parcelles agronomiques de 100 m x 18 m ( Figure1 ). Deux répétitions durant trois années d'expérimentation ont été réalisées sur le dispositif expérimental.

Les traitements sont les suivants:

- \* blé dur - jachère traditionnelle ( B - Jt )
- \* blé dur - médicago annuel ( B - M )
- \* blé dur - jachère en courbes de niveau ( B - Jcn )
- \* orge à double fin - jachère traditionnelle ( O - Jt )
- \* orge à double fin - médicago annuel ( O - M )
- \* orge à double fin - jachère en courbes de niveau ( O - Jcn )

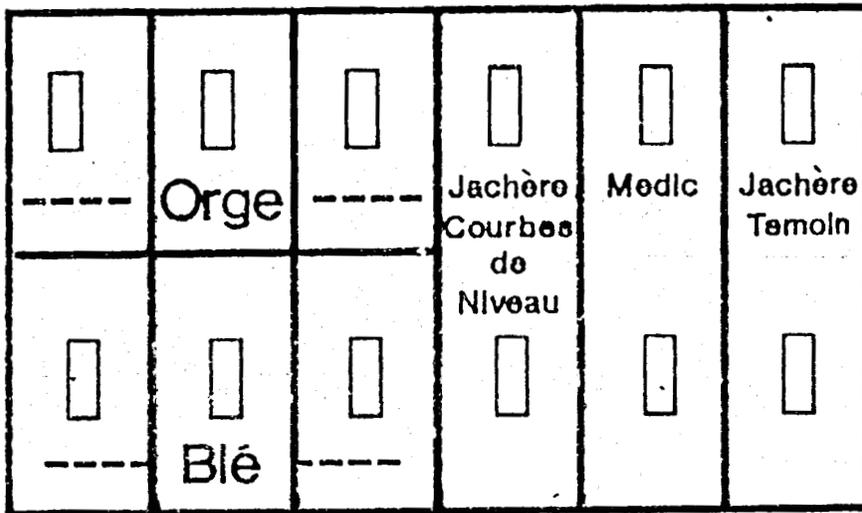
Jt : Jachère traditionnelle labourée au printemps sans tenir compte de la pente.

Jcn : Jachère en courbes de niveau labourée au printemps selon les courbes de niveau.

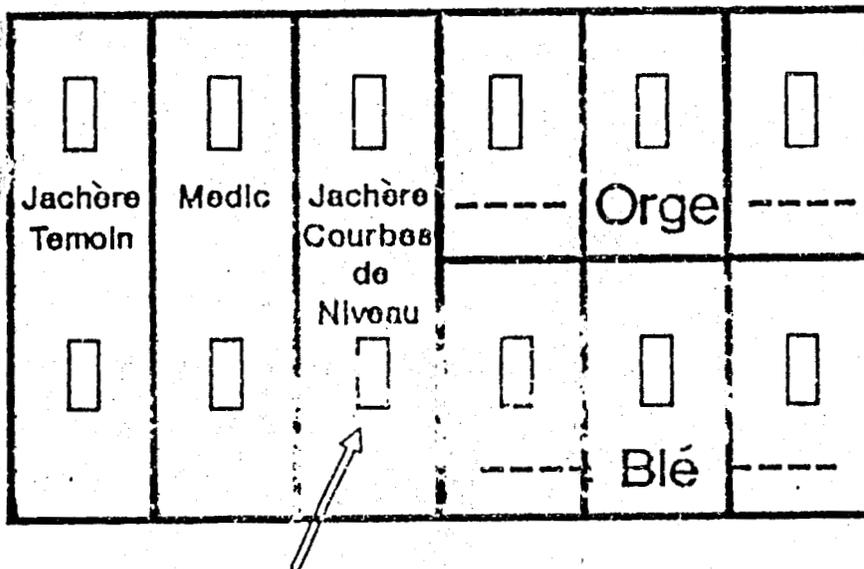
Durant la 1ère année, la moitié de la superficie a été réservée aux alternatives de la jachère, l'autre moitié a été réservée aux céréales ( 50% blé dur et 50% orge à double fin ). Durant la 2ème année, les parcelles en jachères et médicago ont été semées en céréales.

Figure 1. Dispositif expérimental

1ère année



2ème année



Dispositif métallique

Des dispositifs métalliques de 4m x 1m qui ont servi pour la collecte des sédiments érodés et du ruissellement. Ce dispositif est facilement démontable et transportable quel que soit l'endroit. Il est composé de tôles enfoncées dans le sol laissant apparaître 10 cm environ à

la surface afin d'éviter toute pénétration d'eau et de sédiments à l'intérieur de la parcelle. A l'aval de la parcelle expérimentale une conduite de collecte a été conçue pour rassembler l'eau ruisselée ainsi que les sédiments érodés. Le bord supérieur de la plaque inférieure de la conduite de collecte a été rabattue vers le sol pour éviter toute perte d'eau et de sédiments. Ces dispositifs ont été implantés à l'amont et à l'aval des parcelles, ces dispositifs ont déjà été à la base d'une expérimentation réalisée à Sidi Rebah ( Kaabia, 1987 ).

L'installation des dispositifs a été réalisée de telle sorte que leur emplacement reste inchangé quel que soit la culture considérée. Ceci permettra en outre d'avoir des mesures à l'amont et à l'aval, ces mesures s'avèrent nécessaires pour les terres en pente. Les quantités de terre collectée seront séchées et pesées; le ruissellement sera mesuré à l'aide d'une éprouvette graduée après chaque pluie.

Les méthodes utilisées pour l'analyse granulométrique et chimique de terre érodée ont été réalisées à l'E.S.A du Kef et sont les suivantes :

- La granulométrie par la méthode densimétrique ( Bouyoucos ).
- L'azote total par la méthode kjeldahl.
- Le phosphore assimilable par la méthode d'Olsen.
- Le potassium échangeable au photomètre à flamme.

Les pratiques culturales réalisées sur les différentes cultures étudiées figurent sur le tableau 1

**Tableau 1. Techniques culturales adoptées**

Type de sole	Variété	Date de semis	Densité de semis (kg/ha)	Superph.45% (kg/ha)	Ammonitre33% (kg/ha)	Mode de labour
Blé dur	Karim	Nov.	120	100	*	RL
Orge à double fin	Tej	Oct.	100	100	150**	RL
Médicago annuel	50%Harbinger 50% Paragio	Oct.	30	100	-	LCN
Jachère tradit. (Témoin)	-	-	-	-	-	LSP
Jachère travaillée en CN	-	-	-	-	-	LCN

\* Quantités variables allant de 100 à 150 kg/ha selon la pluviométrie et appliquées en début et fin de tallage.

\*\* 2 applications ( début tallage et après pâturage ).

CN = courbes de niveau.

LSP = labour de printemps dans le sens de la pente.

LCN= labour en courbes de niveau.

RL = reprise de labour ( recroisement ).

Les différents couverts végétaux ont été comparés entre eux quant au ruissellement et à leur effet sur les pertes en terre provoquées par l'érosion hydrique.

Les données pluviométriques ont été enregistrées à l'aide d'un pluviomètre installé sur le site expérimental ( tableau 2 ).

**Tableau 2. Pluviométrie des 3 campagnes**

Campagne agricole	Pluviométrie annuelle (mm)	Pluviométrie Déc.-Mai (mm)
1987-88	291,4	149,8
1988-89	271,6	128,6
1989-90	360,4	206,1

Les mesures de l'érosion ont été effectuées pour la période allant de décembre à mai, depuis l'installation du dispositif jusqu'à son enlèvement ( du semis à la moisson ).

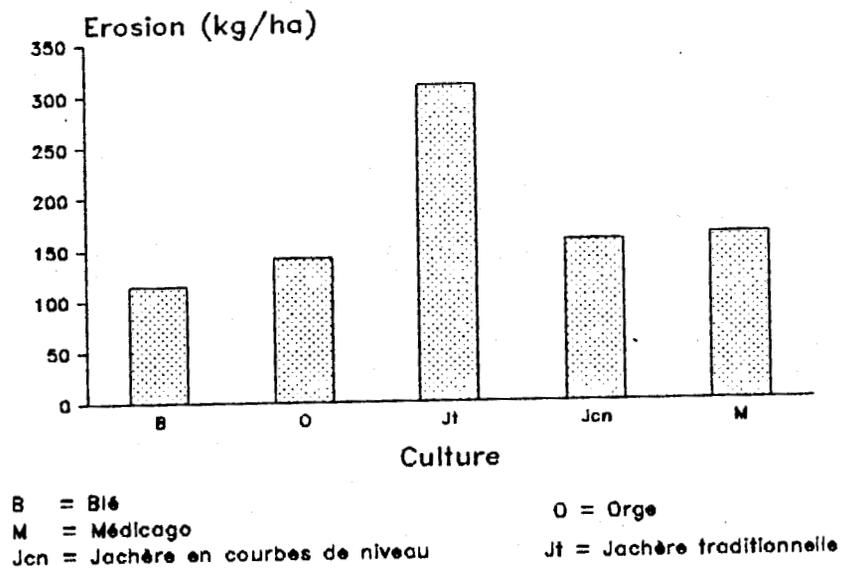
### 3. Résultats et discussion

3.1. Les pluviométries de décembre à mai figurant sur le tableau 2 sont relatives à plusieurs pluies car toutes les pluies ne provoquent pas nécessairement de ruissellement ni d'érosion. En outre, le déclenchement de l'érosion hydrique dépend de la nature du sol, de son humidité, de l'intensité de la pluie et de la densité du couvert végétal. A titre d'exemple, durant la campagne 1988-1989 où il a été noté 128,6 mm de pluie de décembre à mai, il y a eu seulement 2 événements de ruissellement et d'érosion.

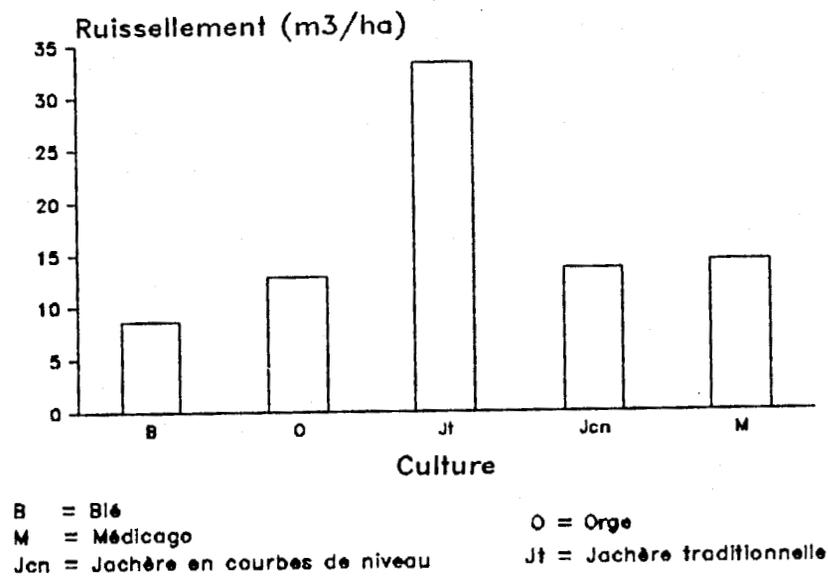
Les pertes en terre sous différentes occupations du sol ont été évaluées durant les campagnes agricoles 87-88 à 89-90 ( Figure 2 ).

3.2. L'analyse statistique a été réalisée selon le modèle linéaire et la méthode des moindres carrés des pertes en terre et de ruissellement enregistrées sous différentes cultures ont été considérées. Il a été noté une différence significative au seuil de 5% entre la jachère traditionnelle et le reste des couverts végétaux étudiés. Ceci confirme le taux d'érosion élevé que présente la jachère traditionnelle.

**Figure 2. Quantité des pertes en terre sous différentes cultures**



**Figure 3. Ruissellement sous différentes cultures**



Dans la région étudiée, les agriculteurs continuent à maintenir la jachère essentiellement pour des raisons économiques. En effet, la jachère est utilisée comme parcours pour les animaux ou louée comme parcours à d'autres éleveurs de la région "Achaba". D'autre part, l'élevage a toujours occupé une place de choix dans l'économie de l'exploitation où il a été noté que 30% de la superficie agricole utile est réservée à la jachère et que 80% des agriculteurs pratiquent l'élevage ovin ( Khaldi, et al, 1990 ).

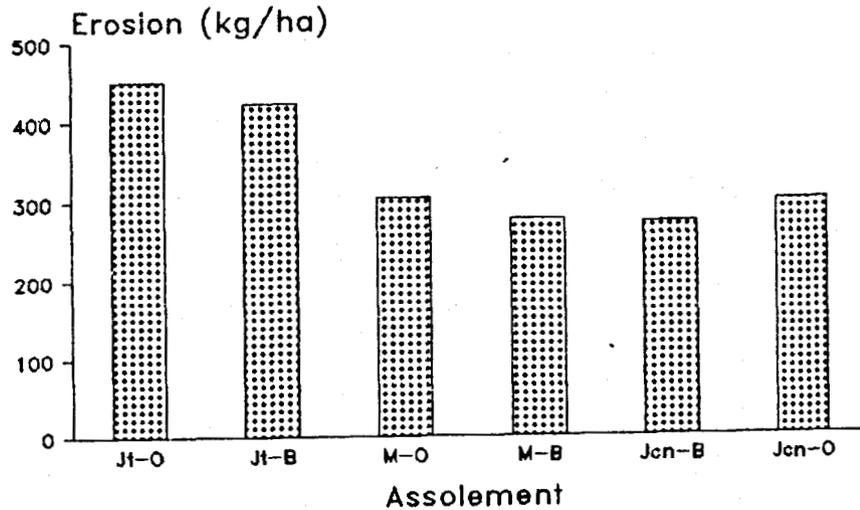
3.3. La figure 2 montre que l'orge à double fin présente un taux d'érosion plus élevé que le blé quoique les résultats obtenus sur l'orge ( Martin ) à Sidi Rebah ( Région du Kef ) présentent un taux d'érosion inférieur de 26% à celui du blé ( Kaabia, 1987 ). En effet, l'orge possède un pouvoir de tallage important et une meilleure tolérance à la sécheresse et est considérée comme une culture non érosive par rapport au blé. Les résultats obtenus ci-dessus s'expliquent par le fait que l'orge à double vocation ( Tej ) est pâturé au printemps par les animaux, ceci engendre une réduction du couvert végétal d'une part et un remaniement de la couche superficielle du sol provoquée par le piétinement des animaux d'autre part. Le sol tassé devient ainsi plus vulnérable à l'érosion hydrique.

3.4. D'après la figure 2, la jachère en courbes de niveau présente un taux d'érosion nettement inférieur à celui de la jachère traditionnelle étant donné que le labour a été pratiqué perpendiculairement à la pente, ce qui permet une réduction du ruissellement et du transport solide. Ceci assure une meilleure infiltration et par conséquent une meilleure couverture du sol par la végétation spontanée.

3.5. Le médicago, considéré pourtant comme une culture couvrante et conservatrice, ne semble pas montrer un développement important selon la figure 2. En effet, les pertes en terre enregistrées pour le médicago sont supérieures à celles du blé et pratiquement comparables à celles de l'orge et de la jachère en courbes de niveau. Ceci peut s'expliquer par le fait que les variétés de médicago utilisées ne semblent pas être adaptées aux conditions pluviométriques des 3 campagnes considérées. L'amélioration génétique des écotypes locaux pourrait donner des variétés mieux adaptées en assurant un meilleur couvert végétal.

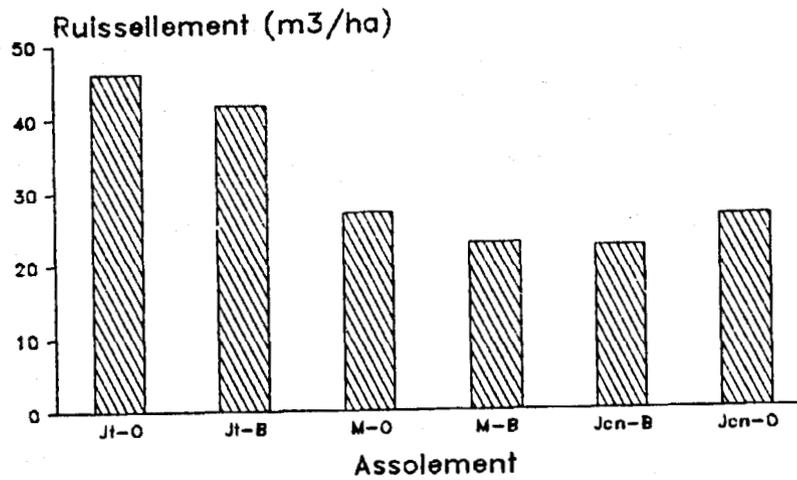
Le taux de ruissellement montre une différence significative ( $p < 0.05$ ) entre la jachère traditionnelle et les autres couverts végétaux. D'autre part, le médicago, l'orge et la jachère en courbes de niveau présentent des taux de ruissellement comparables. Enfin le blé a enregistré le taux de ruissellement le plus faible ( Figure 3 ). En comparant les figures 2 et 3, nous pouvons affirmer qu'il y a une proportionnalité entre le coefficient de ruissellement et les quantités de perte en terre. Dans les zones étudiées, le système de production des exploitations associe étroitement les cultures à l'élevage; les céréales constituent la culture dominante et sont cultivées la plupart du temps dans un assolement défini selon les besoins de l'exploitant. Ceci a permis de dégager d'une part les moyennes des pertes en terre et le ruissellement dans les différents types d'assolements durant les 3 années de l'expérimentation

**Figure 4. Quantité des pertes en terre sous différents assolements biennaux**



B = Blé  
 M = Médicago  
 Jcn = Jachère en courbes de niveau  
 O = orge  
 Jt = jachère traditionnelle

**Figure 5. Ruissellement sous différents assolements biennaux**



B = Blé  
 M = Médicago  
 Jcn = Jachère en courbes de niveau  
 O = Orge  
 Jt = Jachère traditionnelle

et d'autre part les assolements qui préservent mieux les ressources naturelles sur les terres agricoles en pente ( Fig. 4 et 5 ). Ces figures montrent que les assolements céréales-jachère traditionnelle présentent les quantités de perte en terre et de ruissellement les plus élevées par rapport aux assolements céréales-médic et céréales-jachère en courbes de niveau. A titre d'exemple, les assolements jachère en courbes de niveau-blé et médic-blé présentent un transport solide nettement plus faible que l'assolement "jachère traditionnelle-orge" avec 63% et 53% respectivement.

L'analyse de la matière organique et des éléments minéraux du sol a été réalisée sur 12 échantillons de terre érodée collectés à l'aide du dispositif métallique. A l'intérieur de ce dernier, 12 échantillons de terre de la parcelle ont été prélevés à une profondeur de 20 cm à l'aide d'une tarière. Les moyennes ont été calculées et les résultats figurent sur le tableau 3.

**Tableau 3. Analyse comparative de la matière organique et des éléments minéraux du sol de la parcelle et de la terre érodée.**

	Matière Organique %	Azote Minéral (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> et NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) Ppm	Phosphore Assimilable Ppm	Potassium meq/100g
Terre de la parcelle	1,50	13,891	0,506	15,148
Terre érodée collectée	9,60	65,954	0,785	40,480

D'après ce tableau, le taux de matière organique analysée est passé de 1,5% sur la terre de la parcelle à 9,6% sur la terre érodée. La terre transportée par l'érosion est devenue ainsi 6 fois plus riche en matière organique que le sol de la parcelle. La matière organique est la matière la plus légère et par conséquent la première à être transportée en grandes quantités par le ruissellement. D'après le tableau, l'azote minéral, le phosphore assimilable et le potassium sont également perdus en grandes quantités. L'érosion hydrique peut dénaturer le sol en décapant l'horizon le plus fertile et en transportant les éléments minéraux ( N, P, K ) et la matière organique nécessaires au développement de la plante et dont l'un des rôles est de stocker l'eau dans le sol. Il en découle que les quantités d'éléments minéraux et de matière organique perdues sont plus importantes sur la jachère traditionnelle ainsi que sur l'assolement orge-jachère traditionnelle.

Les analyses granulométriques ont été effectuées sur la terre érodée et sur le sol de la parcelle; les résultats se résument dans le tableau 4.

**Tableau 4. Analyse comparative de granulométrie**

Granulométrie	Argile %	Limon %	Sable %
Terre de la parcelle	32,5	20,0	47,5
Terre érodée collectée	48,0	15,0	37,0

L'argile étant l'élément le plus fin, il est transporté en grandes quantités. En effet, le taux d'argile est passé de 32,5% à 48,5% sur la terre érodée. Par contre, le limon et le sable sont entraînés en quantités moindres. Ceci montre l'effet sélectif de l'érosion hydrique.

#### **4. CONCLUSION**

De fortes quantités de sédiments érodés et d'eau ruisselée ont été observées sur les parcelles de la jachère traditionnelle et ceci en comparaison avec les autres cultures étudiées (jachère en courbes de niveau, médicago, blé et orge à double fin). D'autre part, il a été observé un transport de terre plus important sur la culture de l'orge à double fin pâturée que sur celle du blé. Le médicago s'est comporté comme une jachère en courbes de niveau.

Par ailleurs, les parcelles d'assolements blé-médicago et blé-jachère en courbes de niveau ont enregistré les plus faibles taux d'érosion et de ruissellement par rapport aux autres assolements considérés (orge-jachères, orge-médicago et blé-jachère traditionnelle). Enfin, le taux de matière organique et d'éléments minéraux (N, P et K) perdus par l'érosion hydrique sous les différentes alternatives de la jachère et des céréales ont été très élevées. L'argile étant un constituant important pour la texture du sol est transportée en quantités importantes.

Vu ces résultats, il s'avère indispensable de procéder à un travail du sol en courbes de niveau sur les terres agricoles en pente afin d'assurer une gestion rationnelle de la jachère et d'obtenir une meilleure conservation de l'eau et des éléments fertilisants du sol mais aussi de pratiquer l'assolement blé-médicago annuel qui est le biennal le moins érosif dans ces régions et ceci dans le but de garantir la viabilité de l'exploitation agricole.

#### **Références bibliographiques**

- KAABIA M., 1987. Evaluation comparative de l'effet de l'érosion hydrique sur quelques couverts végétaux dans la région du Kef (Sidi Rabah). Atelier sur les systèmes de production dans le semi aride du nord ouest de la Tunisie. Tunis: 1-2 juillet 1987.
- KHALDI R., KHALDI G., STILWELL T. et DAHMANE A.,

1986. Etude des systèmes de production dans une zone du semi aride tunisien (Goubellat) 1983-1985. Annales de l'INRAT, Vol. 59, Fasc. 2, 122 p.
- KHALDI R. et al., 1990. Projet de recherche sur les systèmes de production: Goubellat, Tunisie. Rapport 1983-1989.
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE, 1991. Rapport du comité de la protection du milieu agricole, VIIIe Plan. 51 p.
- POWER J.F. SANDOVAL, F.M., RIES, R.E. and MERRILL S.D., 1981. Effects of topsoil and subsoil thickness on soil water content and crop production on a disturbed soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 45: 124-129.
- WISCHMEIER W.H., SMITH D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses: Guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook n°537, 58 p.

**RESEAU  
EROSION**



**Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION**

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

Kaabia, M. - Effets de quelques systèmes de culture sur l'érosion hydrique, le ruissellement et la fertilité du sol dans le semi-aride tunisien, pp. 382-393, Bulletin du RESEAU EROSION n° 15, 1995.

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