

INFLUENCE DU SYSTÈME DE PRODUCTION ET DU SOL SUR L'ÉROSION ET LE RUISSELLEMENT EN NAPPE EN MILIEU MONTAGNARD MÉDITERRANÉEN (STATION D'OUZERA EN ALGÉRIE).

Par Mourad Arabi et Eric ROOSE

* Station INRF, BP 16 26 100 Ouzéra par Médéa Algérie

** Centre ORSTOM, BP 5045 , 34032 Montpellier Cédex France.

RESUME

L'analyse des résultats de mesure de la campagne agricole 1987-1988 sur le ruissellement et l'érosion, en moyenne montagne d'Algérie (ST. INRF d'Ouzéra), a confirmé une fois de plus la faible contribution de l'érosion en nappe (moins de 5 t/ha/an) dans les transports solides et a mis en évidence l'abondance du ruissellement (KRAMAX >80 %) lors des fortes averses hivernales lorsque le sol est fermé.

Les résultats obtenus montrent que la genèse du ruissellement résulterait de la combinaison de nombreux facteurs (hauteur et durée des pluies, humidité préalable du sol, états de surface...).

L'introduction d'innovation (rotation biennale avec des légumineuses, cultures intercalaires, assolement fourrager, semences sélectionnées et adaptées aux conditions régionales, fertilisation, désherbage chimique, soins phytosanitaires, sol rugueux, bandes d'arrêts enherbées...) aux systèmes de production en place ont permis de réduire le ruissellement et l'érosion mais ils ont amélioré les rendements des cultures ainsi que les revenus des paysans.

MOTS CLES : Erosion en nappe, ruissellement, parcelle d'érosion, état de surface, système de production, GCES, intensification de l'agriculture.

ABSTRACT

INFLUENCE OF THE FARMING SYSTEM AND THE SOIL ON THE SHEET EROSION AND RUNOFF IN MOUNTAINOUS MEDITERRANEAN ENVIRONMENT OF MEDEA (INRF STATION OF OUZEA) - ALGERIA.-

The results analysis of measurements of the agricultural campaign in 1987-1988 on the runoff and the sheet erosion in an experimental plots, in middle mountain of Algeria (INRF Station of Ouzera) have confirmed another time again that the weak participation of the sheet erosion while transporting solids is caused by the runoff abundance ($> 80\%$) during the winter downpours when the soil is closed.

The results suggest that the genesis runoff is a result of a combination of lot factors (height and duration of rains previous, humidity of the soil, soil surface...).

The introduction of innovations to the production system have permitted not only reduce the runoff and erosion but also to obtain a high performance and consequently the amélioration of the financial situation of the country man.

KEY WORDS : Sheet erosion, Runoff, Erosion plot, Surface features, farming system, GCES, farming intensification.

INTRODUCTION

Les conditions historiques, socio-économiques et naturelles de l'Algérie ont contribué à la dégradation rapide du milieu, à la régression du couvert végétal et au développement de différentes formes d'érosion : décapage de l'horizon humifère et formation de rigoles évoluant en ravines sur les versants, ravinement généralisé, glissements de terrain et divagation des oueds dans les vallées. Les conséquences économiques se font sentir à deux niveaux. D'une part, on constate une réduction de la production agricole en dépit de l'extension des surfaces cultivées et à la dégradation de leur fertilité.

D'autre part, l'érosion entraîne la destruction des routes et de divers ouvrages d'art et réduit par envasement la capacité de réserve en eau des barrages au rythme de 20 millions de m³ par an. En outre, 120 millions de tonnes de terre seraient perdues en mer chaque année (Demmak, 1982).

Pour lutter contre l'érosion en Algérie, des moyens importants furent mobilisés: reboisement, barrière verte, correction torrentielle et banquettes de DRS touchent plus de 350 000 ha. Malgré 40 ans de lutte antiérosive dans les hauteurs des bassins versants, les sols continuent à se dégrader et les barrages à s'envaser à un rythme accéléré (Heusch, 1986). Devant l'échec partiel des techniques importées de régions très différentes (USA et France) et leur rejet par les populations rurales, s'est manifesté, depuis les années 1980, le besoin d'étudier les causes et les facteurs des différents processus d'érosion et d'appliquer des stratégies nouvelles de gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols (Roose, 1987).

Sous l'impulsion de Arabi et Bellatreche, deux parcelles d'érosion furent installées à la station INRF d'Ouzéra sur un vertisol lithomorphe en jachère nue. Les résultats obtenus de 1984 à 1987 (Koudri, Arabi, Roose, 1989) confirment la faible participation de l'érosion en nappe (0,2 à 1 t/ha/an) dans les transports solides (Heusch, 1970; Demmak 1982). Cependant, le ruissellement, provenant des versants est très abondant lors des averses importantes tombant sur des sols tassés, encroûtés, détrempés en novembre et mars. En 1987, année humide, le ruissellement annuel (KRAM) a dépassé 25 % des pluies et le coefficient de ruissellement maximal au cours d'un groupe d'averses (KRMAX) a atteint 70 à 85 %, c'est ce ruissellement qui circule en nappe sur les versants, se concentre dans les rigoles et les ravines, qui acquiert une énergie considérable dans les oueds lors des pointes de crue et provoque le ravinement, les glissements de terrains et l'envasement des barrages.

Il nous est donc paru intéressant de développer une "stratégie agronomique" visant l'amélioration de l'infiltration au champ d'une part pour augmenter la production de biomasse, les rendements en grain et en paille (fourrage pour le bétail et fumier pour améliorer la stabilité des sols) et d'autre part pour mieux couvrir le sol et réduire les risques d'érosion au champ et surtout du ravinement en aval. Les résultats présentés dans cet

article se rapportent à une seule campagne (1987-1988) où les pluies furent largement déficitaires : ils doivent être interprétés avec prudence, mais ils sont pleinement confirmés par la campagne en cours.

LE MILIEU

Quinze parcelles de quantification de l'érosion et du ruissellement ont été installées durant l'été 1987 en quatre blocs autour de la station de recherche de l'INRF sur la conservation des sols d'Ouzéra ($36^{\circ}14'$ de latitude Nord, $2^{\circ}51'$ de long Est et 900 m d'altitude) à 7 km de Médéa et à 90 km au Sud d'Alger.

Le paysage présente une succession de plateaux (alt. 1200 à 900 m), de pentes raides à 40 % et de versants mamelonnés fortement entaillés à la base (fig. n° 1).

Les sols formés sur ces colluvions de marnes et de grès calcaires semblent liés à l'hétérogénéité du substratum et influencés par le relief (topolitho-séquence) Pouget, 1984 : Aubert, 1987).

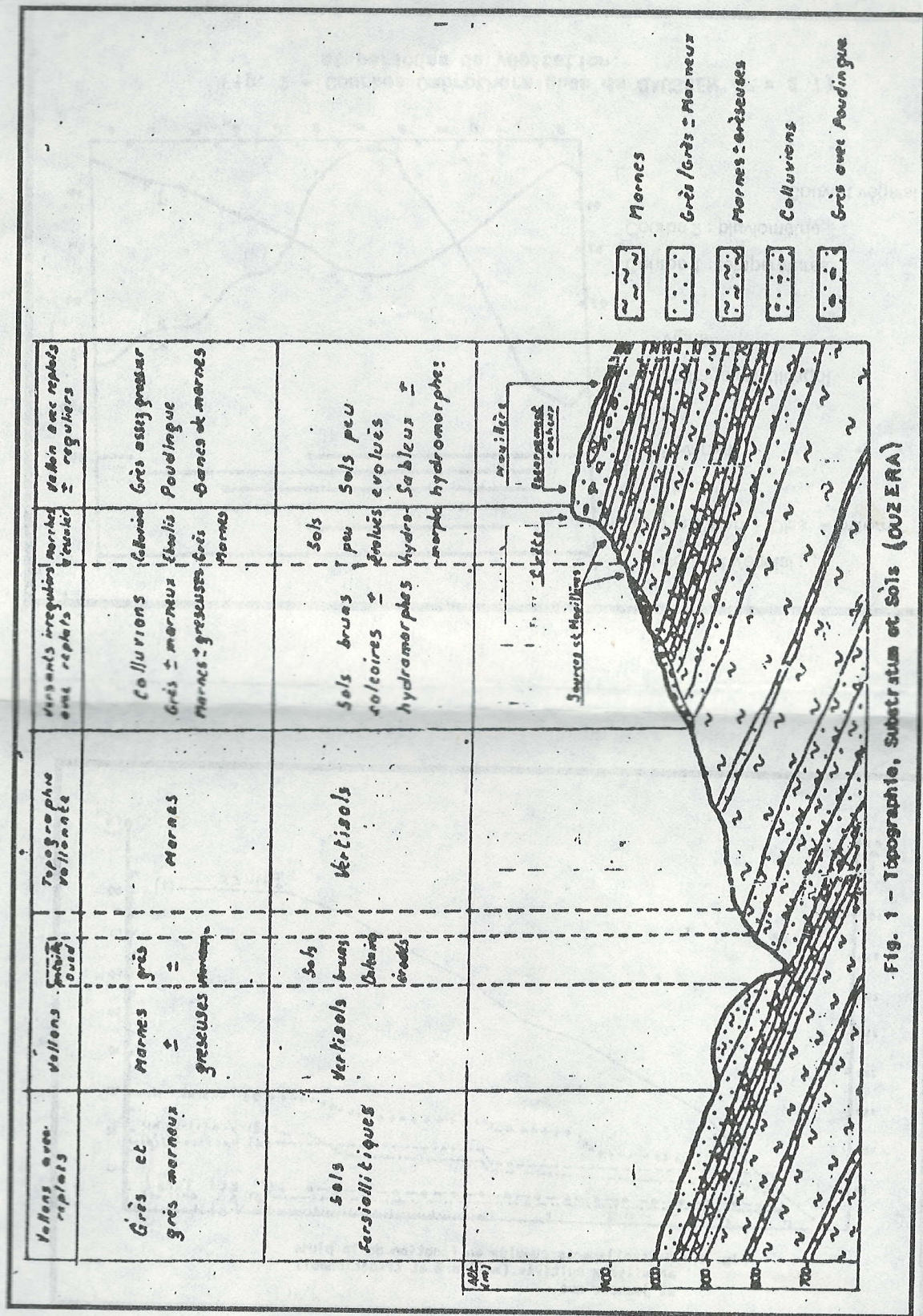
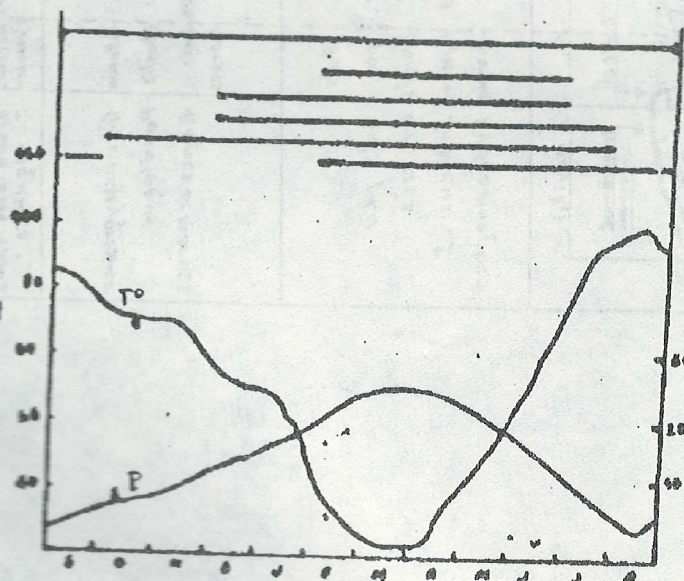


Fig. 1 - Topographie, Substratum et Sols (OUZERA)



Couvert Végétal :

Pin d'Alep + Diss = mitorrul

Abricotier

Fevarole

Blé

Patlage (médicago)

Vigne

Courbe 1 : temperatures

Courbe 2 : pluviométrie

Couvert végétal

Fig. 2 - Courbes Ombrothermiques de GAUSSEN ($P = 2 T$)
et périodes de végétation.

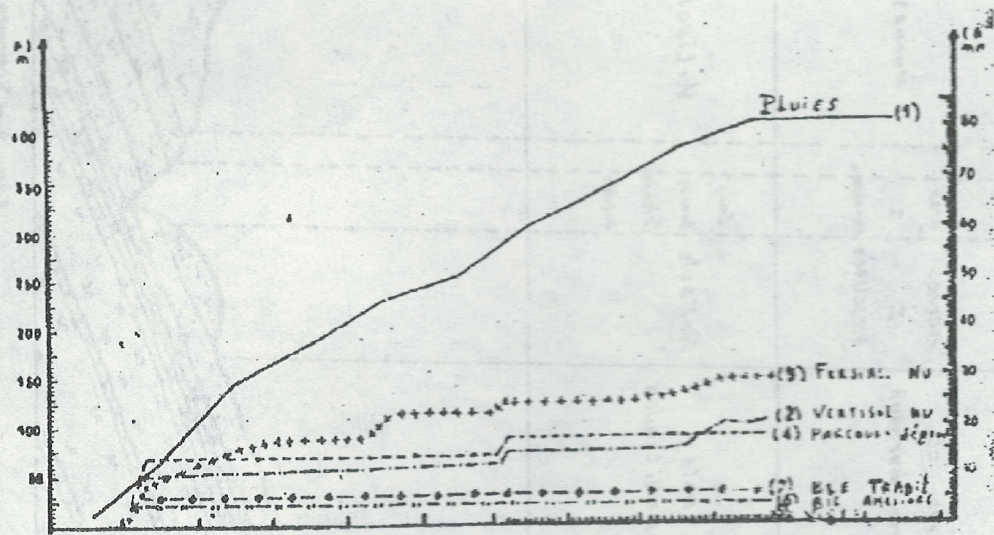


Fig. 3 - Ruissellements cumulés en fonction de la pluie
en milieux cultivés (amélioré et traditionnels)
et jachère nue.

Tableau n° 1 : Caractéristiques des systèmes et traitements

Systèmes	Agro-pastoral A.P. vertisol gris	Sylvo-pastoral S.P. sol brun calcaire	Arboriculture de montagne A.R sol rouge fersal- litique	Vigne en courbe de niveau V.sol brun calcaire
Traitements	Cailloux = 4 %	Cailloux = 11 %	Cailloux = 10 %	Cailloux = 15 %
Témoin absolu international	APK : pente 11 % sol nu travaillé, un labour + sar- clage tous les mois.	SPK : Pente 40 % sol nu travaillé et désherbé.	ARK : pente 30 % sol nu travaillé et sarclé.	VK : vigne très disséminée, sol nu, travaillé et sarclé, tra- vail dans le sens de la pente = 35 %.
Témoin traditionnel régional	AP4 : pente 12 % agriculture traditionnelle Rotation blé jachère pâturée travaillée dans le sens de la pente pas d'engrais ni de pesticide.	SP2 : pente 40 % clairière très dégradée par pâturage	AR3 : pente 30 % verger d'abrico- tiers (10 x 10 m) travail croisé au tracteur, verger attaqué par cap- nole, ver blanc et gomone. Traite- ment occasionnel, pas d'engrais ni désherbant.	V1 : pente 35 % vieille vigne de cuve disposée en courbe de niveau terrasses peu entretenu.
Traitements améliorés = G.C.E.S	Agriculture intensive emploi et de pesticide variétés sélectionnées, favo- risant à la fois l'infiltra- tion la produc- tion de biomasse et la conservation des sols. AP2 : pente 14 % rotation biennale medicago bisannuel exploité en pâturage puis blé tendre. AP3 : pente 12 % rotation biennale blé- féverole (en sec).	SP 1 : pente 35 % matoral arboré comportant une litière dense, pâturage réglementé évoluant vers une forêt. Plantation de pin d'Alep dans les vides. SP3 : pente 40 % matoral à basse de diss + dégradé par pâturage avec litière de diss. - Géré pour évoluer vers pâturage. - Coupe des arbres génants	AR 2 : pente 30 % verger + culture intercalaire : fève puis blé, abricotiers travaillés en courbe de niveau féverole (en sec) par bande de 6 m et bandes enher- bées de 2 m au niveau des arbres non travaillées pour filtrer le ruissellement, évoluant en terrasses. Emploi de variétés sélection- nées, d'en- grais et pesticide.	V2 : pente 35 % vieille vigne non travaillée seulement désherbée chimiquement. V3 : pente 35 % vieille vigne comportant : - culture inter- calaire fève puis blé, variétés sélectionnées, engrais MPK et pesticides - bande enher- bée.

On rencontre successivement :

- des sols peu évolués d'apport, blanchâtres sur éboulis marno-gréseux assez profonds (60 à 90 cm), riche en calcaire total (20 - 25 %), pauvres en matières organiques;
- des vertisols gris plus ou moins foncés, plus ou moins hydromorphes, profondément fissurés, bien structurés en surface, mieux pourvus en matières organiques (1.5 à 2.5 %), sur marnes gréseuses de 12 % de pente;
- des sols rouges fersiallitiques, sur grès tendre du Miocène, très pauvres en matières organiques, très instables, fer total 2 %, fer libre/ fer total = 55 %;
- des sols bruns calcaires, sur colluvions de grès calcaire récent en pente forte, horizon humifère riche en M.O (2-3 %) mais peu épais, souvent décapé et raviné.

Le climat est méditerranéen subhumide à hiver frais (Q2 d'Emberger = 93 à Médéa); à une saison froide et pluvieuse succède une saison chaude et sèche. La figure n° 2 situe les périodes de pluie et les périodes couvertes par la végétation. On constate que la majeure partie des précipitations tombent à une époque où les cultures couvrent mal le sol. L'amplitude thermique est très élevée. Les précipitations moyennes sur 40 années au poste d'Ouzéra s'élèvent à 673 mm, réparties en 80 jours d'octobre à avril (CES, 1948. Pour la période 1974 - 1988, à peine 6 % des averses dépassent 20 mm/jour. En général les intensités sont faibles, mais au cours d'un orage en octobre 1987, une intensité de 125 mm/h fut observée pendant 10 minutes. L'indice d'érosivité, RUSA est modeste: à peine 35,4 unités pour les averses de la campagne 1987-1988 (et 55 l'année suivante). Ces résultats sont voisins de ceux de Heusch au Maroc (1970) et de Cormary et Masson en Tunisie (1964).

METHODE

L'objectif de l'étude est de comparer 4 systèmes de production très fréquents dans la région et diverses améliorations sur le ruissellement, l'érosion, la biomasse produite et les revenus nets de chaque spéculation. Le dispositif expérimental s'inspire des parcelles d'érosion classiques

aux USA et en Afrique (Roose, 1968). Il comporte 4 pluviographe, 4 pluviomètres et 15 parcelles d'érosion de 22 mètres de long, de 88 à 222 m² de surface réparties en 4 blocs situés sur vertisol (pente 11 à 14 %), sols bruns calcaires et sol rouge fersiallitique (pente 30 à 40 %). En chaque bloc, sont comparés un témoin international (parcelle nue, standard Wischmeier), un témoin régional (cultures traditionnelles) et un ou deux traitements "améliorés" (travail du sol, rugosité du sol amélioration de la couverture végétal, culture associée, rotation avec des légumineuses, engrais, soins phytosanitaires, graines sélectionnées et si nécessaire, une structure antiérosive perméable: bandes d'arrêts enherbées (tab. n° 1). Les parcelles comportent un fossé de garde, un champ délimité par des tôles fichées dans le sol, un canal de réception conduisant l'eau et la charge solide à un piège à sédiments grossiers puis à deux cuves (1 à 3 m³) reliées par un partiteur (3 à 9 fentes). Après chaque averse on mesure la pluie (hauteur, intensité en 30 min, Rusa), le volume ruisselé (KR %) et l'érosion (charge solide grossière et charge fine en suspension). Chaque mois où après chaque groupe d'averses important on évalue la réserve hydrique du sol et l'état de la surface du sol (surface encroûtée, surface motteuse ouverte, surface couverte par les cailloux, les résidus de culture et le couvert végétal) par la méthode des points quadrats (400 points sur 5 transversales). En fin de saison, la biomasse est pesée sur les champs et exprimée en quintaux par hectare de matière sèche à l'air (15 à 25 % d'humidité).

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats annuels de ruissellement (moyen et max %) et d'érosion, les rendements en grains et paille et les revenus sont réunis au tableau n° 2. La fréquence du ruissellement apparaît au tableau n° 3. La pluie et les lames ruisselées cumulées au cours de la saison sont présentées à la figure n° 3.

LES PLUIES

Les précipitations ont été particulièrement déficitaires (pluie annuelle : 408 mm) et les pluies agressives ont été peu nombreuses surtout au printemps.

LE RUISSellement

On remarque au tableau n° 2 que le ruissellement annuel moyen (KRAM de 0,1 à 7 %) est particulièrement faible en cette année sèche. Il a tout de même atteint 19 à 32 % sur les parcelles nues (APK et ARK) ou peu couvertes (SP2 et V2) pour des averses orageuses de 18 à 31 mm tombées à l'automne (octobre) au printemps (mars) sur des sols fermés par des pellicules de battance couvrant 50 à 75% de leur surface.

La limite de déclenchement du ruissellement varie de 18 à 20 mm sur sol sec, à 3 mm sur sol humide et battant : elle dépend à la fois de la hauteur et de l'intensité de la pluie, de l'humectation du sol (fermeture des fissures), de l'état de la surface du sol (croûte de battance) et du couvert végétal. Les forts ruissellements ne se déclenchent que si toutes ces conditions sont réunies, c'est à dire généralement entre décembre et mars, même si les intensités ne sont pas très élevées.

On peut noter en passant que les plus forts ruissellements ne croissent pas forcément avec la pente comme l'ont déjà signalé Heusch (1970) et Roose (1971) au Maroc et en côte d'ivoire (1977).

PENTES (%)	PARCELLES	KR max (%)
12	Sur vertisol (APK)	32
30	Sur sol fersiallitique (APK)	27
35	Sur sol brun calcaire (V2)	19
40	Sur sol brun calcaire (SP2)	20

Divers auteurs ont beaucoup insisté sur l'influence favorable du travail du sol sur l'infiltration. On remarque en effet que la parcelle de vigne non travaillée, sarclée chimiquement (V2) tassée, ruisselle plus que ses voisines (KRmax = 19% au lieu de 3%). Cet effet est moins net sur les vertisols profondément fissurés en période sèche. D'après les premiers résultats, il faudrait 30 à 100 mm de pluie pour que se déclenche le

premier ruissellement sur vertisol, 30 à 60 mm sur sol fersiallitique et seulement 30 à 40 mm sur brun calcaire. Avant que ces sols soient gorgés d'eau, se forme en surface une pellicule de battance (1 à 4 mm) qui réduit considérablement la capacité d'infiltration de ces sols (3 à 10 mm/heure). Si le travail du sol laisse en surface des grosses mottes, il retarde le déclenchement du ruissellement ; mais s'il est trop poussé, il laisse une surface lisse et pulvérulente, il accélère la formation des pellicules de battance et augmente le ruissellement. Sur les sols riches en argile gonflante, cette croûte de battance se fissure après quelques jours secs, mais se referme après quelques millimètres de pluie.

Sur les parcelles "améliorées", le ruissellement annuel et surtout maximum est légèrement plus faible que sur les parcelles traditionnelles : cela s'explique par une nette augmentation de la biomasse (% couvert) et une réduction des surfaces fermées par la battance (tableau n° 2).

Sous végétation naturelle (couvert 80 à 94%), on a observé, comme d'autres auteurs (Delhumeau, 1981, Delhoume, 1987 en Tunisie; Heusch, 1970 au Maroc) de faibles coefficients de ruissellement, mais une fréquence plus élevée que sur les parcelles cultivées (Tableau n° 3). On peut l'interpréter par la présence de zones de forte infiltration sous les touffes végétales et des zones tassées par le cheminement du bétail et des eaux qui tournent autour des touffes de graminées.

L'EROSION EN NAPPE

L'érosion fut particulièrement faible au cours de cette année déficitaire : 4 à 400 kg/ha/an sous matorral évoluant en forêt ou en pâturage, 1300 à 2000 kg/ha/an sur sol nu travaillé dans le sens de la pente (11 à 40%). Ces valeurs sont très faibles et nettement inférieures au seuil de tolérance (2 à 12 t/ha) admis généralement. Ces résultats confirment ceux de Heusch au Maroc (1970) et de Delhumeau (1981) et de Delhoume (1987) en Tunisie. Au rythme de 2 t/ha/an (ou 0,13 mm/an) il faudrait plus de 900 ans pour envaser le barrage du Ghrib de 280 millions de m³ situé sur un bassin versant de 230 000 hectares. De même, il faudrait 1000 à 15000 ans pour décaper 20 cm de terre selon le type de sol. Et comme l'altération des marnes peut atteindre 2 à 4 mm/an (Olivry, 1989), il semble que l'érosion en nappe ne mette pas en péril la pédogénèse. Les sols devraient

s'approfondir même sous culture car un mulch de cailloux les protège rapidement.

Comment se fait-il alors que "les cailloux poussent", que de larges taches claires et des blocs de rochers apparaissent dans les champs en particulier en haut de pente, qu'il manque 40 cm de terre entre les arbres fruitiers plantés il y a 15 ans dans la parcelle d'arboriculture de montagne ($E = 400/15 = 26,7$ mm/an)? Ou bien ces traces d'érosion sont héritées d'époques lointaines, ou bien elles se sont développées lors d'un événement catastrophique de fréquence rare ou bien il s'agit d'érosion sèche provoquée par l'action répétée des façons culturales, ce qui est le cas sous les arbres fruitiers dont l'entretien est mécanisé. Ce type d'érosion mécanique non hydrique est peu connu mais il est très efficace et peut construire des talus de 0,5 à 1 mètres en 4 à 5 ans sur pente supérieure à 6% (Roose, Bertrand, 1971). En milieu méditerranéen, les plus grands transports solides se font lors de fortes crues de printemps lorsque les sols gorgés d'eau (Capolini, 1965 ; Heusch, 1970 ; Demmak, 1982). Nous avons observé les mêmes phénomènes sur parcelles les années précédentes (Kouidri, Arabi, 1989) mais en cette année déficitaire c'est la fin de l'automne que ce sont produits les pertes en eau et en terre les plus fortes, sauf sur vigne (voir tableau n° 2).

LES RENDEMENTS

Les rendements obtenus sur parcelles soumises au traitement régional traditionnel sont du même ordre que les champs du voisinage (8 quintaux/ha de blé, 30 qx/ha de raisin, 13 qx/ha d'abricots). Par contre sur les parcelles "améliorées" (engrais, graines sélectionnées, soins phytosanitaires) furent produits 54,7 qx/ha de blé, 42 et 68 qx/ha de fève en culture associées à la vigne et abricots, 33 à 35 qx/ha de raisin.

Les cultures intercalaires dans les vignes et les vergers étaient pratiquées jadis, mais un certain nombre de préjugés avaient fait régresser cette pratique pour éviter la concurrence hydrique. Les rendements obtenus sont très encourageants sans qu'on puisse observer une baisse de rendement de la culture fruitière qui ne développe son feuillage que tardivement. La faible productivité des abricotiers provenant d'un taux élevé de parasitisme (capnode, vers blancs et gommose) et de la vieille vigne de

cuve a été largement compensée par la production de fèves. Durant la campagne 1988/1989, le blé tendre a également donné satisfaction.

L'introduction du medicago bisannuel dans la rotation hivernale avec le blé, préconisée par les chercheurs de l'Institut des grandes cultures a également donné satisfaction en produisant 34 qx/ha de fourrage de haute qualité (légumineuse). Si les semences étaient moins chères, cette culture pourrait servir à la résorption de la jachère en Algérie. Il faut noter que le déficit pluviométrique de cette année n'a pas pénalisé la production grâce à une meilleure infiltration de l'eau, au travail du sol et à sa fertilisation.

LES REVENUS NETS

Une fois retranchés, les frais de graines, d'engrais, de produits phytosanitaires, il reste au paysan un revenu nettement supérieur dans les parcelles traditionnelles.

Les meilleures spéculations sont par ordre décroissant :

- 1) - les fèves sous abricotiers (revenu 70 500 dinars algériens) et sous vigne (53 400 DA),
- 2) - la vigne intensive, la culture fourragère et le blé tendre intensif (28 à 33 000 DA),
- 3) - la vigne et les abricotiers extensifs (17 à 13 000 DA),
- 4) - et loin derrière, le blé traditionnel extensif (3700 DA),
- 5) - et la forêt pâturée (environ 500 DA).

CONCLUSION

Les autorités algériennes favorisent depuis quelques années le retour à la terre et à l'intensification de l'agriculture de montagne. Or, malgré 40 ans de lutte antiérosive et de reforestation, les terres continuent de se dégrader et les barrages de s'envaser rapidement. Il faut donc trouver de nouvelles stratégies visant à la fois à améliorer la production et la protection des

Influence du système de production sur l'érosion et le ruissellement

terres. C'est dans ce cadre que furent installées 15 parcelles d'érosion couvrant 3 sols (vertisol, fersiallitique, brun calcaire) et 4 systèmes de production (sylvopastoral, agropastoral, vigne, arboriculture) les plus représentés dans cette région de plateau à versants marno-calcaire à pentes raides (11 à 40%).

Durant cette campagne 1987 - 1988, les pluies furent sérieusement déficitaire ($P = 408$ mm et peu agressives (3 averses de 20 à 30 mn $R_{usa} = 35$). Comme les années précédentes, l'érosion en nappe fut très faibles (40 à 400 kg/ha sous culture et 1 à 2 t/ha sur jachère nue) malgré les fortes pentes, largement en dessous du seuil de tolérance. Cette érosion en nappe ne menace ni les sols ni les barrages. Les traces d'érosion fréquemment observées sur les versants cultivés ou pâturés proviennent donc d'épisodes pluvieux antérieurs ou de l'érosion sèche provoquée par le travail du sol.

Le ruissellement annuel (0,1 à 7%) fut aussi très modeste mais lors des averses de plus de 20 mm, il atteint 20 à 32 %. En année normale, il peut dépasser 70 à 85 % lors de certains épisodes pluvieux tombant sur des sols nus, détrempés et encroûtés. Ce ruissellement se rassemble alors en filets, forme des rigoles évoluant en ravines et accumule une énergie considérable lors des pointes de crues capable de créer les gros dégâts que l'on connaît bien en zone méditerranéenne (glissements de terrain, ravinement, divagation des oueds, inondations et envasement des barrages).

En combinant plusieurs techniques culturales (graines sélectionnées, fertilisation, sol rugueux, cultures associées, semis d'une légumineuses dans la jachère, soins phytosanitaires et bandes d'arrêt enherbée), on a réduit modestement le ruissellement et l'érosion mais on a augmenté très significativement la production de grain et de paille ainsi que les revenus des paysans. Si ces résultats encourageants se confirment au fil des années (en particulier lors des années plus humides), il devrait être possible d'intéresser les paysans à ces méthodes de lutte antiérosive en soulignant leur intérêt immédiat (amélioration de leurs revenus nets).

L'intensification de l'agriculture de montagne devrait donc être possible sans mettre en danger le potentiel de fertilité du sol ni la capacité de stockage des barrages en développant une stratégie nouvelle de gestion

conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols (Roose, 1987). Il reste à étudier l'impact de ces techniques culturales et méthodes légères de correction des ravines sur les transports solides à l'échelle de petits bassins versants. C'est le programme des autres membres de l'équipe INRF-ORSTOM en association avec des divers instituts de recherche.

BIBLIOGRAPHIE

ARABI (M), 1986 - L'érosion en milieu cultivé. Mesures comparatives des pertes en terre sur parcelles expérimentales à Médéa (Algérie). Mémoire DEA Géographie, Grenoble 35 p.

AUBERT (G), 1987 - Tournée d'étude pédologique dans la zone d'Ouzéra. Bulletin réseau érosion 8 : p97-99.

BELLATRECHE (A), 1984 - Carte géomorphologique au 1/50 000 de Médéa B6 C16. Imprimée au CNRS + Notice explicative 40 p.

CAPOLINI (C), 1965 - Bassin versant de l'Oued-Tafna : Etude géomorphologique de l'Ouest Ysser et de l'Oued Ben - Kiou. Alger ANRH N° 1080/Hy 12p.

CEREALICULTURE - Le Medicago, n° spécial, Revue IDGC n° 16 1er et 2ème trimestre 1987.

CES - Hauteur de pluie : moyenne de 40 années ANRH Alger.

CORMARY (Y), Masson (J.M.), 1964 - Etude de la conservation des eaux et du sol au centre de Recherche du Génie Rural de Tunisie : Application à un projet type de la formule de pertes de sol de Wischmeir cah. ORSTOM Pédol. 2 : 3-26

DEMMAK (A), 1982 - Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie. Thèse Doctorat Ing. Paris, 323 p. + cartes.

DELHOUME (J.P), 1987 - Ruissellement et érosion en bioclimat méditerranéen semi-aride de Tunisie Centrale. In processus et mesure de l'érosion, Editions CNRS Paris pp 487-507.

DELHUMEAU (M), 1981 - Etude de la dynamique de l'eau sur parcelles du bassin versant de l'Ouest - Sidi Ben-Nacer : ORSTOM Tunis, ES.185 ; 80 p. + annexe.

GRECO (J), 1966 - L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. Editions MARA, Alger 393 p.

HEUSCH (B), (1970) - L'érosion du Pré - Rif. Une étude quantitative de l'érosion hydraulique dans les collines marneuses du Pré-Rif occidental: Thèse et annales de la Sation de Recherche Forestière de Rabat ; tome 12, 176 p.

HEUSCH (b), 1986 - Cinquante années de banquettes au Maghreb. In cah. ORTOM Pédol. 22,2 : p 153-162.

HENIN (S), GRAS (R), MONNIER (G), 1969 - Le profil cultural. L'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. Masson, Paris ; 322 p.

KOUIDRI (R), ARABI (M), ROOSE (E), 1989 - Premiers résultats de mesure du ruissellement et de l'érosion en nappe en Algérie. Bulletin. Réseau Erosion n° 9.

OLIVRY (C), 1989 - Erodibilité des terres noires marneuses des Alpes Cah. Orstom Pédol., 25,1, sous presse.

POUGET (M), 1974 - Etude agro-pédologique de la région d'Ouzéra. ANRH Alger ; 72 p.

ROOSE (E), 1968 - Protocole de mesure de l'érosion en parcelle. Discussion ORSTOM Abidjan ; 10 p.

ROOSE (E), BERTRAND (R), 1971 - Contribution à l'étude de la méthode des bandes d'arrêts pour lutter contre l'érosion hydrique en Afrique de l'Ouest. Agronomie Tropicale 26 ; 11 : 1270-1283.

ROOSE (E), 1971 - Etude de l'érosion et du ruissellement sur les sables tertiaires de base côte d'Ivoire, ORSTOM Abidjan ; 20 p.

ROOSE (E), 1971 - Note technique concernant l'érosion hydrique au Maroc. Bulletin liaison des Ingénieurs Forestiers du Maroc, N) 6 : 47 à 52.

Influence du système de production sur l'érosion et le ruissellement

ROOSE (E), 1977 - Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales, ORSTOM Paris, série TED n° 76, 115p.

ROOSE (E), - Evolution des stratégies de lutte antiérosive en Algérie. Séminaire de Médéa : ORSTOM Montpellier 6p. Bulletin Réseau Erosion n° 8 : 91 - 96

WISCHMEIER (W), SCHMIDT (D.D), 1978 - Prediction rainfall erosion losses : guide to conservation planning. USDA, Washington, 58p.