

GESTION CONSERVATOIRE DE L'EAU ET DE LA FERTILITE DES SOLS EN MONTAGNE SEMI ARIDE ALGERIENNE.

par MOURAD ARABI* et ERIC ROOSE** .

RESUME

Depuis 1950, des pressions démographiques et socio-économiques ont contribué à développer une sévère dégradation des sols, de la couverture végétale et des rivières dans la zone septentrionale de l'Algérie. Les processus en cause sont variés. Dégradation suite au surpâturage, au défrichement et à la minéralisation accélérée des matières organiques. Erosion en nappe sélective (0.1 à 20 t/ha/an) et décapage des horizons humifères par rigoles et surtout par érosion mécanique sèche durant le travail du sol (10 à 50 t/ha/an), ravinement (100 à 300 t/ha/an) et glissement des terrains marneux, déstabilisation des berges et des versants.

Des mesures sur 15 parcelles d'érosion (100 m²) sur 4 systèmes de production et 4 types de sols sur des versants à fortes pentes ont fait ressortir l'originalité des problèmes de lutte antiérosive en zone méditerranéenne :

Les pluies sont beaucoup moins énergétiques qu'en région tropicale, à part quelques orages de fréquence rare (100 à 400 mm en 1 à 5 jours) qui laissent des blessures profondes dans le paysage;

Les sols (vertisols, lithosols, sols fersiallitiques et sols bruns calcaires) sont très résistants à la pluie car ils sont argileux, saturés en calcium et souvent caillouteux ;

L'érosion en nappe, négligeable sous végétation naturelle (0.1 à 0.5 t/ha/an), est modérée sous cultures peu couvrante (0.1 à 20 t/ha/an) ;

Le ruissellement par contre, peut être très abondant lorsque le sol est saturé, compacté ou peu couvert en hiver. C'est ce ruissellement venant des versants qui est à l'origine du fort ravinement et des transports solides des oueds qui envasent rapidement les barrages ;

Les rendements en culture améliorée passent de 7 à + de 45 quintaux pour le blé d'hiver, de 2.8 à 4 t/ha/an pour le raisin auxquels il faut ajouter 3 t/ha/an de blé ou de fèves en culture associée. De plus, la paille et les autres résidus de culture augmentent nettement (de 0.2 à 2 ou 3 t/ha/an) de telle sorte que la production animale et la disponibilité en fumier, si importante pour améliorer la fertilité et la stabilité du sol, peuvent aussi s'améliorer ;

Le revenu net peut être multiplié par 3 à 20 selon le type de système de production choisi.

Avec un tel bénéfice en vue (même s'il sera plus modeste en grande parcelle), il doit être assez facile de convaincre un paysan d'adopter de nouvelles pratiques culturales parmi lesquelles sont incluses les techniques antiérosives les mieux adaptées aux conditions écologiques et économiques du paysan.

Les stratégies de LAE ont beaucoup évolué. Les stratégies traditionnelles, nombreuses dans cette région semi-aride, disparaissent pour des raisons économiques (meilleure valorisation du travail à l'usine). Les stratégies d'équipement hydraulique rural (RTM, DRS et même CES) sont mal acceptées par les paysans (beaucoup de travail à la mise en place et à l'entretien, perte de terrain de culture sans amélioration sensible de la productivité du sol et du travail). La gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols répond mieux à l'attente des paysans.

Mots clés: Algérie, montagne méditerranéenne, semi-aride, lutte antiérosive, stratégie G.CES, érodibilité des sols, érosivité des pluies, amélioration des techniques culturales, érosion, ruissellement, revenu net.

* M. ARABI - Ingénieur de Recherche à l'INRF, BP 16, Ouzera, 26100 Medea, Algérie.

** E. ROOSE - Directeur de recherche en Pédologie à l'ORSTOM, BP 5045, Montpellier, 34032, France.

1 - INTRODUCTION

Le Nord de l'Algérie est la région la plus productive, mais aussi la plus fragile : les montagnes sont jeunes, les roches tendres (argilites, marnes ou schistes) alternent avec les calcaires durs et les grès. Le climat est méditerranéen, semi-aride : les pluies sont peu énergétiques mais saturantes durant l'hiver et dangereuses, violentes et orageuses en été.

Les sols (régosols, vertisols, sols bruns calcaires, sols rouges fersiallitiques) sont battants et souvent caillouteux. Ils sont carencés en phosphore, en azote et en matières organiques.

Suite à trois colonisations successives (romaine, turque et française), la pression démographique s'est accentuée en montagne (51 habitants par km²) et on a vu se développer le surpâturage (6 moutons à l'hectare), la dégradation du couvert forestier et du sol, l'érosion en nappe, en ravine et en masse, la dégradation des berges des rivières, la destruction des routes et l'envasement rapide des barrages (en 20 à 50 ans).

Pour faire face à ces graves problèmes d'érosion, une stratégie faisant appel à des équipements hydrauliques ruraux lourds (la DRS = Défense et Restauration des sols) fut utilisée pendant la période 1940-70. Elle comprend :

- la reforestation des pentes fortes et des hautes vallées ;
- le terrassement des champs cultivés; les banquettes algériennes couvrent plus de 300000 hectares à un coût de 5 à 10000 FF/ha.

Le principal objectif était de retarder la dégradation des sols et l'envasement des réservoirs. Mais en 1977, l'échec de cette approche d'équipement hydraulique des zones rurales était évident. Les fermiers rejetaient le système des terrasses de diversion, la production de bois est restée faible et le taux d'envasement des barrages demeure très élevé. Le programme de construction de banquettes fut abandonné pour des raisons économiques (Heusch, 1986). Les forestiers continuent la reforestation et la correction torrentielle des ravines, mais les fermiers ne reçoivent plus d'autre aide pour maîtriser l'érosion sur leurs terres que le sous-solage des terres à croûtes calcaires. (Roose, 1987).

Les premières mesures sur parcelles d'érosion (Kouidri, Arabi, Roose, 1989). confirmèrent que l'érosion en nappe sur les versants n'apporte qu'une très petite part (0.2 à 10 t/ha/an) aux sédiments de la rivière. (Heusch, 1970; Demmak, 1982) : cela expliquerait bien pourquoi le terrassement fut peu efficace pour réduire l'envasement. Cependant, le ruissellement provenant des versants peut atteindre 50 à 80 % durant les averses exceptionnelles tombant sur des terres battues ou compactées (surpâturage, chemins et routes, jachères abandonnées, toits et cours d'habitation, etc.). Par conséquent le ruissellement qui dévale ces pentes mal couvertes creuse des ravines, augmente les pointes de crue des oueds et provoque des glissements de terrains et l'envasement des barrages.

Actuellement, avec la crise économique, les villes industrielles connaissent des problèmes d'emplois et le Gouvernement algérien souhaite maintenir la population à la campagne et intensifier l'agriculture de montagne sans augmenter pour autant la dégradation des terres ni la qualité des eaux essentielles pour le développement de l'irrigation et l'expansion des villes.

Depuis 1985, l'Institut National algérien pour la Recherche Forestière (INRF) et l'Institut français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM) ont uni les efforts d'une douzaine de chercheurs pour développer un programme de formation et de recherche appelé "Gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols (G.CES) qui comprend trois sous-programmes :

- 1 - Enquête sur l'efficacité de l'approche D.R.S, d'abord par l'administration des Forêts, puis par un groupe interdisciplinaire de chercheurs ;
- 2 - Aménagement de micro bassin-versants (de 20 à 300 ha) près de Medea , Mascara et Tlemcen) ;
- 3 - Quantification des différents processus d'érosion dans un réseau de ravines et de parcelles d'érosion.

L'objectif de ce programme est de développer une nouvelle stratégie en Algérie avec la participation des paysans(G.CES). Le programme doit chercher comment augmenter la biomasse, la productivité des terres et du travail ainsi que les revenus nets des paysans en améliorant la capacité d'infiltration des sols, leur stabilité structurale et leur fertilité, le couvert végétal et par conséquent en réduisant les pertes par ruissellement et érosion dans les champs cultivés et dans le réseau de drainage (Roose, 1987 ; Arabi, 1991).

Dans cette communication, nous présentons les principaux résultats obtenus à la station I.N.R.F. de Ouzera de 1987 à 1990 ; des résultats similaires ont été obtenus près de Tlemcen à la frontière du Maroc (Mazour, 1992).

2 - LA "G.CES ", UNE NOUVELLE STRATEGIE DE CONSERVATION DE L'EAU ET DES SOLS"

En Algérie, la protection des barrages et des réserves d'eau est un problème prioritaire. Durant les 30 dernières années, la population des villes industrialisées s'est accrue très rapidement. Pendant ce temps, la conservation des sols et les terrassement n'ont guère intéressé les paysans car ces travaux exigent beaucoup de travail à l'entretien mais n'augmentent pas la productivité des terres ni les revenus. "Les sols sont déjà si pauvres...pourquoi les préserver ?"

Si on veut que les paysans participent à la protection de l'environnement et de la qualité des eaux, il est nécessaire de répondre d'abord à leurs préoccupations immédiates : "comment augmenter la productivité des terres et leurs revenus en gérant au mieux l'eau disponible et la fertilité des sols ?" Par l'intensification de l'utilisation des meilleures terres, on augmente la couverture végétale et on réduit les risques d'érosion et de ruissellement. Cette approche change complètement le point de vue des planificateurs. Pour les paysans, le premier travail consiste à étudier le système de production, l'équilibre minéral, organique et hydrique, qui sont les principaux obstacles à l'amélioration de la productivité des meilleures terres. Le traitement des ravines et des "bad-lands" (terres complètement ravineées), l'aménagement des oueds et des sédiments ne sont pas des objectifs prioritaires pour les paysans. Ils l'ont généralement été pour les planificateurs! Les priorités pour l'Administration a été de restaurer les forêts, de stabiliser les ravines et de réduire l'envasement des barrages : d'où une fréquente incompréhension entre les forestiers, les éleveurs et les paysans.

La nouvelle stratégie doit s'appliquer en 3 phases :

1 - Sensibilisation et dialogue pour développer la confiance entre les paysans, les chercheurs et les techniciens : les paysans connaissent généralement mieux l'environnement local que les techniciens, mais ceux-ci ont des connaissances complémentaires. Deux enquêtes doivent préciser :

- Quel est l'opinion des paysans sur leurs problèmes (et les solutions) concernant la dégradation des sols ? Sont-ils d'origine physique, chimique ou biologique ?
- Quels sont les processus d'érosion ? Fréquence, gravité : où (sur la topo séquence ?), quand (quelle saison ?), comment (en liaison avec quelle technique culturale ?) ;
- Quelle est la source du ruissellement ? Comment améliorer l'infiltration et gérer sans risque les excédants ?
- Quels sont les risques de ruissellement et d'érosion pour les terres cultivées et les ouvrages d'art situés à l'aval ?
- Quelles sont les ressources disponibles localement pour réduire les risques d'érosion et valoriser le ruissellement ?

2 - Expérimentation des techniques améliorées de production dans les champs des paysans.

- Comparaison des méthodes traditionnelles à diverses techniques améliorées de gestion de l'eau et de la fertilité.
- Evaluation des risques érosifs des averses, l'érodibilité des sols, le couvert végétal et les techniques culturales.
- Evaluation de la faisabilité, de l'efficacité des pratiques antiérosives et de leur rentabilité (augmentation de la productivité du sol et du travail) avec les paysans et les techniciens.

3 - Planification de l'aménagement de l'espace exploité par une communauté rurale.

- Comparaison des cartes de capacité des sols et de l'utilisation des terres pour déterminer où il convient d'intervenir pour changer les systèmes de production.
- Organisation de l'aménagement des terroirs, unité territoriale en relation avec les utilisateurs. Plus tard, on pourra étendre l'action à tout un bassin versant.

Dans cette communication, nous présentons les premiers résultats d'une application de l'approche G.CES dans la montagne méditerranéenne où les deux premières phases seulement ont été réalisées.

3 - PREMIERS RESULTATS D'AMELIORATION DU SYSTEME DE CULTURE SUR LES FORTES PENTES PRES DE MEDEA

3.1 - Dispositif expérimental.

Quinze parcelles d'érosion (22.2 x 4.5 m) ont été construites sur les champs des paysans à proximité de la station INRF de Ouzera située près de Medea à 90 km au Sud d'Alger. Le paysage est constitué d'une série de plateaux (900 à 1200 m d'altitude), de versants raides (pentes de 12 à 40 %) et de vallées profondes où coulent des oueds instables.

Les sols sont liés à la lithologie et à la situation topographique (Pouget, 1974 ; Aubert, 1987).

Les principaux sols de la région sont :

- les sols jaune clair lithosols sur colluvions calcaires, pauvres en matières organiques,
- les vertisols gris sur marnes, bien structurés, 2 % de matières organiques, pH 7 à 8, saturés en calcium, très résistant au splash,
- les sols rouges fersiallitiques lessivés sur grès tendres, pauvres en M.O., très fragiles et instables,
- les sols bruns calcaires sur colluvions, 2 à 3 % de M.O., bien structurés mais à horizon humifère très superficiel, généralement caillouteux.

Dans cette zone montagneuse, entre 1982 et 1991, le couvert forestier a diminué de 18 à 13 % tandis que les surfaces en vignoble et verger ont augmenté de 2 à 7 % et de 8 à 14 % respectivement. Ceci indique qu'une part de plus en plus importante de la population gagne sa vie en montagne. Les pratiques culturales sont limitées : un labour pour contrôler les adventices, suivi d'un binage pour enfouir les engrais (N₃₃, P₄₅, K₉₀) et briser les grosses mottes. Les précipitations moyennes sur 40 ans s'élèvent à 680 mm à la station de Medea mais n'ont atteint que 408 à 566 mm entre 1986 et 1991 aux parcelles d'Ouzera. L'indice d'érosivité des pluies (Rusa) n'a pas dépassé 46.

L'objectif de ces recherches est de comparer les risques de ruissellement et d'érosion sur une jachère nue mais cultivée à quatre systèmes de production (verger, vigne, agro-pastoral et sylvo-pastoral) sur quatre sols représentatifs de la région. Les améliorations introduites sont : le labour soigné, les herbicides, les pesticides, les graines sélectionnées, une fertilisation minérale suffisante, une jachère de légumineuses, des cultures associées et des rotations sous verger.

Les paramètres mesurés sont la pluie (hauteur, intensité, érosivité), le ruissellement (KRAM = le coefficient de ruissellement annuel moyen en % et KRMax = le coefficient de ruissellement maximal pour une averse élémentaire), l'érosion en nappe et rigoles (suspensions et sédiments grossiers en t/ha/an), la production de biomasse, les revenus nets et les paramètres d'états de la surface du sols.

3.2 Résultats et discussions

Les précipitations furent déficitaires de 100 à 250 mm par rapport à la moyenne observée pendant 40 ans (680 mm). Il n'y eut pas d'orage exceptionnel, sauf un orage d'été tombant sur un sol sec et couvert des résidus de cultures.

Le rapport Ram/Ham (Ram = l'érosivité des pluies annuelles moyennes ; Ham = la hauteur annuelle moyenne des pluies pour les même dix ans) fut de 0.1 pour la station d'Ouzera. Il semble donc que les pluies de cette région méditerranéenne, montagneuse soit moins énergétique que les averses tropicales africaines, où ce rapport atteint 0.5 en Afrique de l'Ouest (Roose, 1977-88) et 0.25 pour les montagnes du Cameroun, du Rwanda et du Burundi.

Le ruissellement annuel moyen sous culture (voir table 1) fut modeste (Kram = 0.5 à 4 %) tandis que le ruissellement maximal pour une averse a atteint 8 à 36 %. Sur des sols nus, le Kram est encore modeste (10 à 18 %) en comparaison avec des situations semblables en région tropicale (Kram = 25 à 80 % en Côte d'Ivoire). Cependant, sur les sols nus, compactés ou saturés, le ruissellement peut dépasser 80 % durant l'hiver: De là proviennent les risques de ravinement, de crues des oueds, de sapement de berges et de glissement de terrain.

Comme les pratiques culturales furent semblables sur les parcelles cultivées ou nues, il apparaît clairement que le couvert végétal et les pratiques culturales furent efficaces pour réduire le ruissellement (voir tables n° 2 et 3).

Ainsi que d'autres auteurs, on a remarqué que le labour profond augmente l'infiltration. Par exemple, dans le vignoble, si les herbicides remplacent le labour pour détruire les mauvaises herbes, le ruissellement augmente significativement tandis que l'horizon humifère devient très compact si bien que l'érosion décroît. Cependant lors des averses exceptionnelles, la capacité d'absorption de l'eau du sol peut être saturée : dans ce cas, les sols labourés seront moins résistants à l'agressivité des eaux de ruissellement, surtout sur les fortes pentes.

Sous végétation naturelle, le sol fut couvert à plus de 80 % par une litière de feuilles si bien que le ruissellement, bien qu'assez fréquent, ne fut jamais dangereux (moins de 7 %). Cependant, dans la montagne où les forêts sont surpâturées, il n'est pas rare d'observer des rigoles et des ravines provenant des chemins empruntés par le bétail et des parcours dégradés ou même des plantations forestières surpâturées.

Le ruissellement commence généralement après 20 mm de pluie si le sol est sec ou après 3 mm si le sol est humide ou compact. Ces seuils de hauteur limite et le volume ruisselé dépendent en partie des caractéristiques des pluies (intensité mais aussi volume de pluie tombant après saturation du sol) et surtout de l'état de la surface du sol (déficit de saturation des dix premiers centimètres du sol, les fissures et les trous creusés par les vers de terre, les croûtes de battance ou de sédimentation, la canopée et la litière, les cailloux et les mottes résiduelles). Les forts ruissellements n'ont lieu que lorsque toutes les conditions sont optimales, entre novembre et mars, ou durant un orage exceptionnellement intense (une fois en 5 ans).

L'érosion en nappe fut très modeste (0/1 à 2 t/ha/an) sous cultures et 1.5 à 20 t/ha/an pour la jachère nue travaillée, même sur des pentes de 40% parce que l'agressivité des pluies fut faible (Rusa inférieur à 50) et les sols très résistants ($K = 0.01$ à 0.02), riches en argiles saturées en calcium et souvent caillouteux. Même si l'érosion atteint 9 t/ha/an, il faudrait plus de trois siècles pour décaper l'horizon humifère labourable (20 cm). Expérimentalement il fut démontré que l'érosion en nappe est sélective pour les colloïdes organiques et minéraux, ainsi que pour les nutriments. Par contre l'érosion en rigole n'est pas sélective ; c'est un des processus les plus actifs qui aboutit au décapage de l'horizon humifère.

Sur les fortes pentes cultivées, l'érosion mécanique sèche par les pratiques culturales, semble encore plus efficace bien que très mal connue. Par exemple, près de la station d'Ouzera, il manque 30 cm de sol entre les arbres d'un verger planté il y a 30 ans. Même si on cumule pendant 30 ans l'érosion mesurée à la parcelle nue ($15 \text{ t/ha/an} = 1 \text{ mm}$) l'érosion en nappe et rigoles ne dépasserait pas 3 cm., tandis que la reptation de la couverture pédologique par le travail du sol

Tableau 1 - RUISSELLEMENT (% des pluies), EROSION (t/ha/an), RENDEMENTS (t/ha) ET REVENUS NETS EN DINARS (28 Da = 1 US \$) POUR LES 15 PARCELLES D'EROSION DE LA STATION INRF DE OUZERA, ALGERIE. - D'après ARABI et ROOSE, 1992

	Ruissellement moyen KRAM %	Ruissellement Max. KRMax %	Erosion t/ha/an Med. Max ()	Récolte t/ha/an	Revenu net Da/ha/an 28Da = 1 US\$
Système agro pastoral, vertisol, pente. = 12 %					
1 - Réf. internationale jachère non travaillée	18.2	70 à 86	2.7 (6)	0	0
2 - Amélioré : rotation blé-légumineuses intensifs.	0.6 ↓	1 à 8	0.11	{ 4.8 grain 3.1 paille 5 fèves	36200
3 - Amélioré par pâturage de Médicago	0.6 ↓	0 à 2	0.05 (0.3)	{ 6.5 grain 2.2 paille	35800
4 - Réf. locale : blé et jachère paturée extensifs.	2.1 ↑	7 à 16	0.19 (0.3)	{ 0.7 gain 0.2 paille	2500
Système sylvo pastoral, sol brun calcaire, pente 40 %					
5 - Forêt de pin riche en litière.	0.5	1 à 3	0.02 (0.04)	-	-
6 - Mattoral surpaturé.	12.0 ↑	3 à 25	1.7 (2.1)	-	-
7 - pâture de diss + litière.	0.8	2 à 7	0.03 (0.04)	-	-
8 - Réf internationale, sol nu.	11.3 ↑	- 34	1.8 (2.7)	-	-
Verger d'abricot, sol rouge ferstallitique, pente 35 %					
9 - Réf. internationale, sol nu	15.5 ↑	25 à 50	9 (20) ↑	-	-
10 - Amélioré = abricotier + rotation blé/légumineuse, engrais + bandes d'arrêt.	0.6 ↓	0 à 9	0.09 (0.2)	{ 0.8 fruits 6.0 fèves 2.0 paille	42200
11 - Réf. locale : abricotier 8x8 m.	3.1	11 à 12	0.66 (1.3)	0.7 fruits*	10000*
Vigne sur pente 30 % sol brun calcaire caillouteux.					
12 - Réf. locale = vigne 30 ans + 2 labours.	1.5	3 à 8	0.11 (0.2)	2.8 raisin	34300
13 - vigne + non travail + herbicides	4.3	8 à 26	0.13 (0.2)	3.0 raisin	35100
14 - Amélioré = vigne + rotation blé/légumineuses. 2 labours + engrais.	0.2	0 à 3	0.004 (0.1)	{ 4.0 raisin 3.4 haricots 1.5 paille	65400
15 - Réf. internationale labourée = sol nu.	9.5 ↑	16 à 36	1.53 (2.3) ↑	-	-

Med = médiane : Max = maximum en 1990

* La récolte d'abricots est très faible à cause d'une attaque d'insectes.

atteindrait 27 cm. (labour croisé au tracteur, deux fois l'an). Il est probable que la vitesse de reptation par le travail du sol augmente avec la fréquence des passages et la puissance des outils ainsi qu'avec la pente (Roose, Bertrand, 1971).

Influences du type de sol et de la pente (tableau 2).

L'érodibilité des sols s'avère modeste même après 4 années de jachère nue cultivée ($K = 0.01$ à 0.02). L'érosion en nappe et rigoles augmente d'année en année : elle fut maximale sur les sols fersiallitiques rouges, (9 à 20 t/ha/an), moyenne pour les vertisols gris (1 à 3 t/ha/an) et minimale sur les sols bruns (1 à 1.8 t/ha/an). La présence de cailloux offre une protection efficace. Il est cependant difficile de comparer les risques de ruissellement car les pentes changent avec les sols. Contrairement à l'opinion général, il est clair que le ruissellement moyen ou maximal diminue lorsque l'inclinaison de la pente augmente sur des jachères nues. Ce type de résultat fut déjà publié au Maroc par Heusch (1970) et par Roose (1973) en Côte d'Ivoire.

Ceci démontre que les équations les plus fréquentes (Ramser, Saccardy, etc.) qui augmentent la fréquence des terrasses lorsque la pente augmente, ne sont pas adaptées aux conditions méditerranéennes. Heusch (1970) avait déjà montré que la position de la parcelle sur la toposéquence est quelque fois plus importante pour l'érosion que l'inclinaison de la surface du sol.

Influence de l'amélioration du système cultural (tableau 3)

L'amélioration du couvert végétal (densité, fertilisation, rotation avec des légumineuses, cultures intercalaires sous la vigne et les vergers) semble réduire modérément les risques d'érosion et de ruissellement. Mais l'aspect le plus intéressant de ces techniques se trouve dans l'amélioration très nette du revenu : de 2500 dinars par ha de revenus pour une culture traditionnelle de céréale, à 35000 da/ha pour un verger traditionnel, à 42 et même 65000 da/ha/an avec une association de légumineuses et céréales sous vignes ou vergers. Ces résultats démontrent qu'il est possible d'intensifier une agriculture de montagne rentable tout en réduisant les risques de dégradation de l'environnement.

Rendement et revenu net (tableau 1)

Les rendements observés sur les parcelles en culture traditionnelle furent aussi faibles que dans les champs des paysans (0.7 t/ha/an pour le blé d'hiver, 2.8 t/ha/an pour les raisins et 0.8 t/ha/an pour les abricots). Sur les parcelles d'érosion sous cultures améliorées, les rendements du blé ont atteint 4.8 à 6.5 t/ha/an, et ceux du raisin jusqu'à 4 t/ha/an. En outre, on a ramassé 3.4 t/ha de haricots ou 3 t/ha de blé d'hiver.

En même temps, la production de paille, de feuilles de légumineuses et les autres résidus de culture ont aussi augmenté significativement (de 0.2 à 2 ou 3 t/ha/an) ; cette biomasse supplémentaire peut à son tour améliorer la production animale ainsi que la disponibilité en fumier et compost, si nécessaires pour entretenir la fertilité du sol et sa résistance à l'érosion.

L'amélioration des rendements ne sera peut-être pas si spectaculaire sur les grands champs des paysans que sur les parcelles d'érosion (100 m²), mais il fallait d'abord démontrer qu'il est possible d'améliorer à la fois la production et l'environnement rural.

Tableau 2 - INFLUENCE DU TYPE DE SOL ET DE LA PENTE (%) SUR LE RUISSELLEMENT (%) ET L'EROSION (t/ha/an) SUR DES JACHERES NUES. D'après ARABI et ROOSE, 1992.

	Couverture par les cailloux (%)	Pente (%)	KRAM %	KRMax %	Erosion t/ha/an
Sol brun calcaire (SPK8)	16	40	11	34	1.8
Sol brun calcaire colluvial (VK15)	20	35	10	36	1.5
Sol rouge fersiallitique (ARK9)	0	30	16	50	9.0
Vertisol gris (APK1)	4	12	18	86	2.7

Tableau 3 - EFFET DE L'AMELIORATION DES PRATIQUES CULTURALES SUR LE RUISSELLEMENT (Moyen et Max. en % des pluies) L'EROSION (t/ha/an) ET SUR LES REVENUS NETS (1US \$ = 28 dinars).

Situation		KRAM %	KRMax %	Erosion t/ha/an	Revenu net DA/ha
Agropastoral sur vertisol :	traditionnel	2.1	16	0.189	2504
	amélioré	0.6	8	0.054	35810
Sylvo pastoral sur sol brun :	dégradé	12.0	25	1.740	?
	reforesté	0.5	3	0.034	?
	enherbé	0.8	7	0.020	?
Verger sur sol rouge fersiallitique	traditionnel	3.1	12	0.656	10000
	amélioré	0.6	9	0.088	42187
Vigne sur sol brun colluvial	traditionnel	1.5	8.3	0.114	34333
	amélioré	0.2	2.7	0.009	65364

L'étape suivante consiste à montrer que ces changements sont rentables pour le paysan, condition essentielle pour que les changements soient acceptés. Si on retire du chiffre d'affaire le prix des graines sélectionnées, des engrais, des pesticides, des herbicides, le travail supplémentaire pour les soins à la culture et à la récolte, il reste au paysan un revenu net largement supérieur à celui qu'on peut obtenir sur les cultures traditionnelles :

pour le pâturage extensif en zone forestière, on peut gagner	500 da / ha,
pour un blé d'hiver traditionnel	2500
pour un vignoble ou un verger d'abricotiers extensif	10 à 17000
pour une rotation intensive de blé et de légumineuse fourragère	28. à 33000
pour cette même rotation intensive sous abricotiers ou sous vignes	42 à 65000 da/ha /an.

Ceci signifie que dans le même système de production, on peut multiplier le revenu par dix en produisant des céréales, et par trois en intensifiant la culture de la vigne.

Avec ce bénéfice en vue, il ne devrait pas être très difficile pour les paysans de saisir l'intérêt pour eux de changer de système de production et d'adopter les techniques culturales améliorées, parmi lesquelles sont proposées les techniques antiérosive les mieux adaptées aux conditions écologiques et socio-économiques du paysan. Nous n'avons pas été surpris d'observer que les paysans vivant au voisinage de nos parcelles expérimentales ont copié avec succès nos méthodes améliorées.

CONCLUSIONS

Ce document résume les résultats de trois années de mesure de l'érosion, du ruissellement et des revenus observés pour 4 systèmes de production, sur 4 types de sols en pente raide représentatifs d'une zone limono-gréseuse, semi-aride des montagnes méditerranéennes.

En introduisant un ensemble de techniques culturales améliorées, les auteurs ont montré qu'il est possible de réduire les risques de ruissellement et d'érosion, d'améliorer significativement les rendements et les revenus des paysans, sans dégrader l'environnement.

L'intensification de l'agriculture de montagne semble possible sans augmenter les risques de dégradation de la fertilité des sols, des versants, des rivières ou des barrages.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- ARABI, M. & ROOSE, E. (1989)** - Influence de 4 systèmes de production en zone méditerranéenne de moyenne montagne en Algérie. Bulletin Réseau Erosion, 9: 39-51.
- ARABI, M. (1991)** - Influence de 4 systèmes de production sur le ruissellement et l'érosion en milieu montagnard méditerranéen. Thèse doctorat géographie, Grenoble, 276 p.
- AUBERT, G. (1987)** - Erodibilité des sols de la région d'Ouzera. Bulletin Réseau Erosion, 8:97-99.
- DEMMA, K. A. (1982)** - Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie septentrionale. Thèse doct.ing. Paris, 323 p.
- HEUSCH, B. (1970)** - L'érosion du Pré-Rif. Une étude quantitative de l'érosion hydrique dans les collines marneuses du Pré-Rif occidental. Annales Rech. Forestière du Maroc, tome 12, 176 p.
- HEUSCH, B. (1986)** - Cinquante ans de banquettes de DRS en Afrique du Nord: un bilan. Cah. ORSTOM.Pédol., 22(2):153-162.
- KOUIDRI, R. ; ARABI, M & ROOSE, E., (1989)** - Premiers résultats de mesure du ruissellement et de l'érosion en nappe: Médea, Algérie. Bull.Réseau Erosion, 9:33-38.
- MAZOUR, M., (1992)** - Les facteurs de risque de l'érosion en nappe dans le bassin versant d'Isser: Tlemcen, Algérie. Bull. Réseau Erosion, 12: 300-313.
- POUGET, M., (1974)** - Etude agro-pédologique de la région d'Ouzera. ANRH, Alger, 72 p.
- ROOSE, E., (1977)** - Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest: 20 années de mesures. In: Travaux et Documents ORSTOM, Paris, n°78: 108 p.
- ROOSE, E., (1987)** - Evolution des stratégies de lutte antiérosive en Algérie; nouvelle démarche: la GCES. Séminaire INRF de Medea (Algérie). Bull. Réseau Erosion,7:91-96.
- ROOSE, E., (1988)** - Water efficiency and soil fertility conservation on steep slopes of some tropical countries. Workshop SWCA Puerto Rico. Edit.Moldenhauer and Hudson, Ankeny USA: 296 p.
- SACCARDY, L., (1949)** - Nécessité de la lutte contre les érosions. Méthodes modernes de conservation des sols et des eaux. Bull. Techn.des ISA,n°142,Revue Terres et Eaux,n°9, Alger.