

## Restauration des basses terrasses dévastées par les torrents dans le Haut Atlas (Maroc)

**Eric ROOSE\* et Mohamed SABIR\*\***

\*Dr., Dir de Recherche émérite, UMR ECO&SOL, IRD BP. 64501 Montpellier 34394, France,

[Eric.Roose@ird.fr](mailto:Eric.Roose@ird.fr)

\*\*Prof. Dr. ENFI, BP 511, Salé, 11015, Maroc ; [miloudsaadia@hotmail.com](mailto:miloudsaadia@hotmail.com)

### Résumé

Les basses terrasses des oueds du Haut Atlas sont dévastées plusieurs fois par siècle par des crues brutales. Pourtant les paysans restaurent les épis et les murs protégeant ces terres alluviales bien irriguées et enrichies par les apports de sédiments. Leurs petits champs sont progressivement colonisés par des herbes fourragères, puis par des pâturages, puis cultivés en céréales et légumineuses et finalement par des arbres fruitiers ou forestiers.

### Abstract

The lowest terraces of the wadies in the « Haut Atlas » in Morocco are destroyed many times a century by hard floods. Nevertheless the farmers rebuild stones bunds and walls in order to protect these alluvial soils well irrigated and enriched by sediments. Their little fields are progressively colonised by forage grass, enriched by animal residues, then cultivated in cereals and leguminous and finally by fruit or forage trees.

### Problématique

Dans les montagnes du Haut Atlas, les terres cultivables sont rares (< 5%) et sont limitées à quelques replats sur les versants, les colluvions de bas de pente (généralement transformées en gradins irrigués) et les alluvions formant les basses terrasses le long des torrents : le reste des versants est soumis au parcours extensif et couvert par quelques forêts dégradées (genévriers, chênes verts, cèdres, pins, thuyas) (Roose et al., 2010).

C'est en circulant dans ces montagnes à la recherche de techniques traditionnelles de GCES que nous avons remarqué dans les vallées des oueds la fréquence de casiers successifs remplis de cailloux, envahis de graminées fourragères, labourés et semés de céréales et légumineuses et finalement envahis ou plantés d'arbres forestiers (*Populus alba et nigra*), fourragers (*Fraxinus excelsior*, noyers) ou fruitiers (cerisiers, pommiers, noyers) (Roose et Sabir, 2004).

Des mesures sur parcelles d'érosion de 150 m<sup>2</sup> ont montré que le ruissellement en nappe est faible sur les versants (Cheggour et al., 2006). Lors des plus fortes averses, le ruissellement s'organise en ravineaux sur les versants raides, puis en torrent dans les hautes vallées drainant la fonte des neiges et enfin en oueds larges dans la plaine semi-aride. Lors des averses exceptionnelles, tous les 30 à 50 ans, les torrents débordent du lit mineur, inondent les basses terrasses, renversent les murettes, arrachent la terre et la végétation et abandonnent ces parcelles dénudées, recouvertes de bancs de sable, de graviers et de gros cailloux (parfois de > 1 m<sup>3</sup>) et de résidus organiques (délaissés de crue). Les eaux, très claires en saison sèche, prennent la couleur des sédiments arrachés aux versants voisins (marnes rouges) et à certaines époques coulent noires, chargées des terres de parc accumulées par le bétail pâturant sur les montagnes et des rendzines noires couvrant les versants calcaires. Aussitôt que les crues ont cessé, les travaux commencent pour récupérer ces terres caillouteuses mais fertiles et bien irriguées toute l'année (Sabir, 2002 ; Roose et al., 2010).

### Les aménagements de restauration de ces terres décapées

Les paysans commencent par accumuler de grosses pierres prélevées sur le futur champ et dans le lit de la rivière pour former la base d'une solide murette pour isoler la basse terrasse du lit mineur de l'oued (voir figure 1). Une fois la terrasse encadrée entre le mur de protection des berges et celui du lit mineur, sont érigés des cordons de pierres perméables ou des épis perpendiculaires : les parcelles sont organisées pour capter une partie des crues du torrent (diguette ou haies vives d'arbustes (tamarix), pour répandre cette eau chargée de sédiments (sables, terre et MO) et pour évacuer l'excédant d'eau vers le casier suivant puis, vers l'oued en aval. Progressivement, les murettes sont renforcées et surélevées à mesure que le dispositif piège les sédiments circulants avec l'eau des crues de l'oued. Au début, les casiers restent nus et minéraux, formés de sédiments de plus en plus fins apportés par les crues. Puis se développe un pâturage d'herbes sauvages (graminées) et semées (orge et vesce-avoine) plus ou moins enrichies par l'exploitant (apport de fumier ou de terre fine) et par les déjections du bétail. Ces pâturages de fond de vallée sont à usage collectif (agdal) ou individuel. Ils sont fauchés ou pâturés par les bovins (vaches laitières) et les équidés. Ces agdals avec herbe fourragère sont constamment irrigués. Dans la phase préliminaire de reconstruction de la terrasse, le sol est saturé en eau et présente beaucoup d'éléments grossiers.

Dans une deuxième phase, le sol atteint une épaisseur telle (20 cm) qu'il peut-être gratté superficiellement à l'araire tirée par un âne/bœuf, épierré, enrichi en MO et semé en céréales et légumineuses fourragères (orge, luzerne, bersim, féтуque, fève), puis en céréales pures (blé). Finalement, au bout d'une bonne dizaine d'années, ces parcelles cultivées et irriguées lors des crues ont atteint une épaisseur suffisante (> 50cm) pour y planter des arbres fourragers sur les bordures (frênes, peupliers, saules, aulnes, caroubiers) ou fruitiers à l'intérieur de la parcelle (noyers, cerisiers, pruniers voir pommiers). Si les crues ont été suffisamment nombreuses, mais pas trop fortes, cette portion de l'oued se trouve stabilisée suite au captage des sédiments transportés et travaux de consolidation réalisés par les paysans : les pics des crues et les transports solides sont réduits, l'étiage stabilisé. Mais s'il vient de la montagne une crue brutale avec un mur d'eau de ruissellement, de terre et de pierres atteignant plus de deux mètres de haut, tout cet aménagement temporaire sera dévasté et le cycle dévastation - restauration des berges et de la basse terrasse peut recommencer plusieurs fois au cours d'un siècle.

On a connu le 17 août 1995 un tel désastre qui a coûté la vie à plus de 242 touristes piégés dans le fond de la vallée de l'oued Ourika. En moins d'une heure, il est tombé 100 mm, le débit de pointe de l'oued est passé de 1 à 1000 m<sup>3</sup>/s en 15 mn. Le temps de concentration étant très court, vu le relief très accidenté (pentes fortes) et les surfaces amont dénudées. Un mur de boue, haut de trois mètres, a tout écrasé (Saidi *et al.*, 2010).

### Discussion

Un banc de sable et de galets n'a pas la fertilité d'un sol, complexe organo-minéral structuré qui permet les échanges gazeux, liquides et le stockage des nutriments indispensables pour la croissance des plantes. Cependant, l'eau circule en abondance pendant l'été : « les eaux noires » et les délaissées de crue apportent des nutriments et des MO qu'il faut compléter par l'apport de fumier et d'engrais pour obtenir une bonne production de biomasse. Les herbes sauvages profitent des sites humides pour germer, étendre leur réseau racinaire particulièrement apte à agglomérer les particules en agrégats. Le bétail qui profitera de ces herbes vertes en périodes sèches, y laissera urine (riche en azote, K et divers oligoéléments) et fèces (riche en microbes, carbone, fibres et nutriments divers) qui attireront les « ingénieurs du sol ». Les paysans creusent la terre fine déposée dans les cônes de

déjection des ravins des versants avoisinants et les étalent sur ces terrasses en construction. En définitive, ce site nourri par les eaux de l'oued peut reconstituer en quelques années un milieu apte à produire des céréales puis des arbres.

Un tel aménagement, repris plusieurs fois par siècle, exige beaucoup d'efforts et d'heures de travail, mais peu de matériel : les exploitants n'hésitent pas à restaurer ces casiers après chaque crue destructrice. Les roches des murs sont prélevées progressivement sur place. Le sol riche en MO est apporté par la sédimentation des terres érodées sur les montagnes voisines : il est fumé par le bétail fourrageant sur place et par l'eau noire provenant des terres de parcs érodées sur les parcours. Les cultures associées de céréales et de légumineuses ou de divers arbres entretiennent durablement cette fertilité. Les résidus de culture (orge fourrager, blé pour grains) sont souvent enfouis. L'eau est abondante toute l'année grâce au ruissellement faible sur les versants lors des pluies et à la fonte des neiges en saison sèche qui nourrit une nappe permanente dans les alluvions. C'est donc un milieu particulièrement favorable à la culture de petits champs ou de jardins sur alluvions une fois stabilisé (menthe, ail, pommes de terre, iris à parfum, oignons et safran). C'est aussi un endroit charmant qui attire bien des touristes et des familles qui viennent pique-niquer au frais alors qu'à Marrakech il fait étouffant de chaleur ( $> 40^{\circ}\text{C}$ ). Ces aménagements temporaires exigeant beaucoup de travail ne se feraient pas aussi volontiers s'ils n'étaient largement rentabilisés par la production fourragère, fruitière, potagère et le tourisme. Cependant, ces dernières années le tourisme l'emporte sur l'usage agricole et pastoral de ces vallées reculées. Bien qu'il fasse travailler beaucoup de jeunes en chômage, l'usage touristique (restauration, hôtellerie) transforme dangereusement le paysage de ces vallées à crues sporadiques et imprévisibles. Les restaurants, les cafés et les auberges sont installés à même les lits mineurs des oueds, souvent sur les parcelles stabilisées par les paysans. Les risques sont énormes malgré le système d'alerte aux crues mis en place par l'Agence du bassin hydraulique du Tensift. En outre, la circulation des véhicules y est toujours dangereuse. Une seule voie existe sur la rive gauche de l'Ourika.

A plus long terme, ces petits aménagements stockent l'eau dans la montagne et assurent un minimum de débit d'étiage dans la vallée semi-aride de Marrakech (rôle de château d'eau). Ces casiers piègent aussi les sédiments avant qu'ils n'aillent envaser les barrages en aval. Ces petits aménagements donnent du travail à de nombreux ouvriers et produisent des revenus à diverses périodes de l'année en particulier du fourrage et des fruits en été, saison particulièrement sèche dans les plaines et les montagnes environnantes (services environnementaux et socio-économiques).

Les exemples ont été observés dans les vallées de Oued Lakhdar, du Rhéraya, du N'Fiss et de l'Ourika dans le Haut Atlas (vers 1200m d'altitude) et dans le Rif central. Mais ces tentatives de restauration des terres dévastées par les crues brutales des oueds s'observent dans toutes les montagnes semi-arides du Maroc.

Les substrats sont rocheux. Les formations rencontrées sur l'ubac sont majoritairement volcano-sédimentaires (tufs andésitiques et schistes). L'altération du substrat magmatique se manifeste par la formation de conglomérats en fonds de vallée (quaternaire) issus des colluvions et des dépôts détritiques. L'adret présente une alternance de formations de grès, supports difficilement érodables, et de formations marneuses sensibles à l'érosion.

Les sols rencontrés le long du versant sont des lithosols colluviaux peu évolués. Leur formation découle de l'érosion du relief et d'une lente altération du support rocheux. Ces sols discontinus sont de faible épaisseur et caillouteux ; l'horizon humifère est presque inexistant et la roche mère apparaît vers vingt centimètres. Au sommet, le surpâturage et le matorral empêchent le développement des lithosols qui sont désagrégés et qui ne présentent plus

d'horizons distincts. Les analyses chimiques montrent que ces sols ne sont pas calcaires. Ils sont sableux à sablo-limoneux. Le taux d'argile est inférieur à 1 % dans tous les cas. Cette faible proportion peut s'expliquer par le décapage puis le transport des argiles par les eaux de ruissellement. Au niveau local, le taux d'argile peut augmenter légèrement à cause du dépôt des produits de l'érosion qui ont pu être stockés sur les terrasses.

Globalement, le taux de matière organique est plus important dans les 10 premiers centimètres constitués d'éléments fins que dans la tranche sous-jacente pierreuse. Cependant, ce taux n'est pas significativement important. Les taux des deux horizons presque identiques sur les sols caillouteux montrent l'absence de dégradation biologique par le faible couvert végétal ( $CV < 25\%$ ). D'une manière générale, le taux de MO augmente avec l'âge de la parcelle. Avec un taux d'argile de moins de 1%, le pourcentage de MO dans la fraction supérieure est faible dans les parcelles jeunes. Dans les sols colluviaux de l'agdal, il devient relativement important (1%), ce qui témoigne de l'influence de l'irrigation et de l'apport de fumier.

Les sols sont globalement pauvres en azote avec un taux inférieur à 0,5% dans tous les cas, ce qui est caractéristique des sols sableux à sablo-limoneux. Le rapport C/N inférieur à 12 suggère que la minéralisation de la matière organique ne rencontre pas de difficultés. Les sols ont des teneurs moyennes en potassium sauf pour l'agdal qui est lessivé car constamment irrigué. Les teneurs en phosphore sont également moyennes. Ces valeurs moyennes sont essentiellement corrélées au substrat volcanique sous-jacent et à l'épandage d'engrais.

Les sols ne sont pas salés mais pauvres en ions à l'exception du potassium et du phosphore. Le pH compris entre 7,3 et 7,8 caractérise les sols faiblement basiques, les valeurs sont liées au substrat rocheux.

A terme, la production en biomasse, essentiellement fourragère, de ces terrasses aménagées au fonds des oueds peut passer d'un quintal/ha/an à 3 t/ha/an. Les herbes sont souvent fauchées et transportées à la case. Les parcelles qui sont proches des douars sont pâturées directement. Les vaches laitières conduites par les femmes ou les jeunes filles, y séjournent durant les matinées. Les brebis, conduites par des jeunes garçons, y pâturent en fin de journée, en rentrant des pâturages forestiers montagnards.

Une fois stabilisées (risques minimum d'être emportée par les crues fréquentes), ces parcelles sont utilisées pour produire des légumes. Elles sont fertilisées (apport de fumier du douar, engrais minéraux achetés au souk voisin) et plantées en bordure par des arbres fourragers (frênes, peupliers, saules). Quand le risque est jugé vraiment minimum par les paysans, les parcelles sont plantées par des arbres fruitiers (noyers, cerisiers, pommiers). Ces vallées encaissées autres fois sans valeurs, sont devenues des zones riches (production fruitières pour le marché de Marrakech). En soixante ans, entre la fin des années cinquante et l'an 2010, les surfaces plantées en rosacées (cerisiers, pommiers) et noyers occupent tous les fonds des vallées de Tamatert, d'Imlil et de l'Ourika. Les douars ont été élargis et construits en dur (briques et ciment). Ces endroits du Haut Atlas, sont des exemples typiques de la gestion conservatoire des eaux et sols (GCES).

Le développement des spéculations agricoles (fruitières), commerciales et touristiques ont induit une transformation sociétale des vallées. Les jeunes garçons, pour la plus part scolarisés au niveau primaire, travaillent de plus en plus dans le commerce et le tourisme, au point de manquer de bergers et d'ouvriers agricoles. Par conséquent, les troupeaux caprins sont convertis en ovins et bovins. Les jeunes filles, de plus en plus scolarisées, s'attachent de moins en moins aux travaux de l'exploitation agricole (collecte de bois de feu, fourrage, etc.). L'exploitation paysanne est passée d'une exploitation pastorale vivant au dépend d'un large troupeau caprin pâturant en montagne (forêts, matorrals) vers une exploitation arboricole-

agricole (cerisier/pommier/noyer-maraichage) dont le troupeau de caprins et d'ovins sont relativement peu importants. Les besoins énergétiques des ménages sont satisfaits par l'introduction des bonbonnes de gaz et l'électrification des douars. L'eau potable est introduite dans la plus part des foyers.

Cette dynamique socioéconomique induisant le développement rural de ces vallées a engendré un allègement de la pression sur les ressources forestières (bois de feu) et pastorales de la montagne. Les matorrals dégradés commencent à se régénérer. Les vieilles souches de chênes verts, de thuyas et de genévriers font ressortir des jeunes rejets. Encouragé par cette dynamique positive, le forestier développe des programmes de reboisement des terres forestières autres fois utilisées par les paysans. Cette évolution progressive contribuera à la production d'une eau de qualité, moins chargée en sédiments pour les retenues des barrages situés en aval.

### **Bibliographie :**

**Brunet M., 2009.** Impact des structures d'aménagements et gestion des terres sur les propriétés physiques des sols dans la vallée d'Imlil, Maroc. Mémoire de fin d'étude. Département Génie de l'Environnement, IUT Saint-Etienne, France.

**Eveno St., 2009.** Impacts des structures d'aménagements et gestion des terres sur le stockage et le transfert de matière dans la vallée d'Imlil (Haut-Atlas Occidental, Maroc). Mémoire de fin d'étude. Département Génie de l'Environnement, IUT Saint-Etienne, France.

**Cheggour A., Simonneaux V., Sabir M., Roose E. 2006.** Recherche d'indicateurs de ruissellement et d'érosion par simulations de pluies sur les principaux sols du bassin versant du Rheraya (Haut Atlas Occidental, Maroc). Communication orale, 14ème conférence ISCO « International Soil Conservation Organisation » du 14 au 19 Mai 2006 à Marrakech, Maroc.

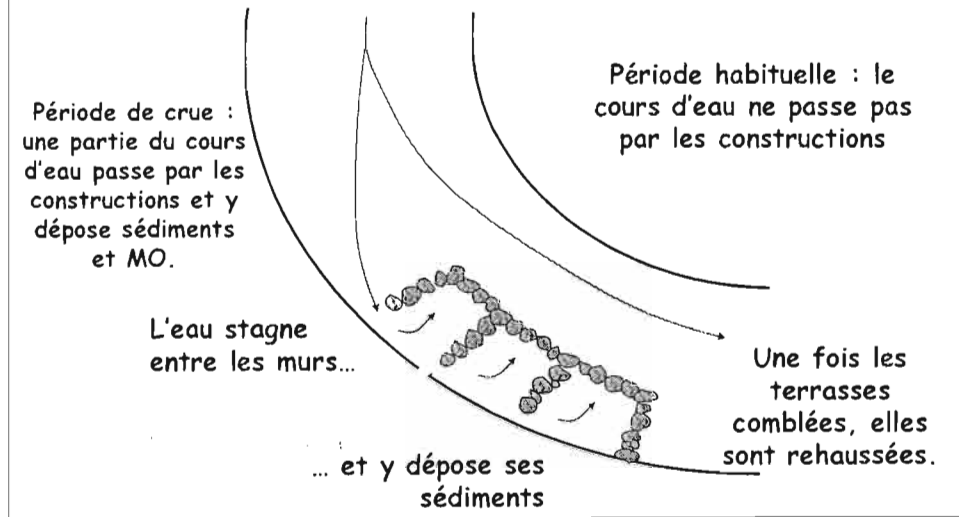
**Roose E., Sabir M., Laouina A., 2010.** Gestion durable de l'eau et des sols au Maroc. Valorisation des techniques traditionnelles méditerranéennes. Marseille, IRD Editions, 343 p.

**Roose E., Sabir M., 2004.** Stratégies traditionnelles de conservation de l'eau et des sols dans le bassin méditerranéen : classification en vue d'un usage renouvelé. *Bulletin Réseau Erosion* N° 21

**Sabir M., 2002.** Quelques techniques traditionnelles de gestion de l'eau et de lutte antiérosive dans le bassin versant de Sidi Driss, Haut Atlas central, Maroc. *Bulletin Réseau Erosion* N° 19.

**Saidi M. E., Daoudi L.A, Aresmouk M.E., Fniguire F. et Boukrim S., 2010.** Les crues de l'oued Ourika (Haut Atlas, Maroc): Événements extrêmes en contexte montagnard semi-aride. The Ourika floods (High Atlas, Morocco), Extreme events in semi-arid mountain context. *Comunicações Geológicas* , 97 : 113-128.

Fig. 1 Construction des  
Terrasses progressives le long des lits des Oueds (Haut Atlas)



Rhoto 1. Basse terrasse restaurée : entre les cordons/murettes de pierres des arbustes et des arbres fixent les sédiments déposés lors des crues.

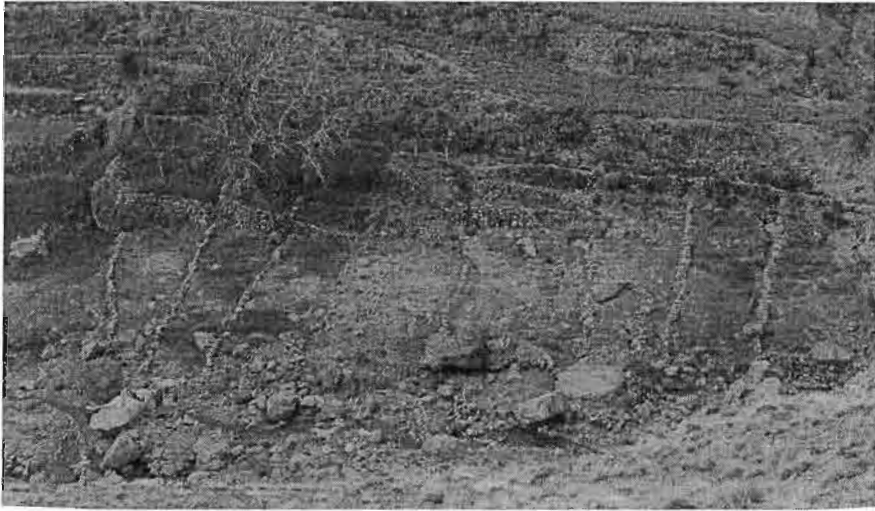


Photo 2. Cordons de pierres protégeant des parcelles à divers stades de restauration.



Photo 3. Murettes protégeant des parcelles au stade « graminées fourragères ». Noter la taille des blocs de pierre transportés lors des plus grosses crues.



Photos 4 et 5. Cordons de pierres, murettes de protection de parcelles aux premiers stades de formation (cailloux) et au stade 2 (graminées fourragères)



**Restauration de la productivité  
des sols tropicaux et méditerranéens  
Contribution à l'agroécologie**

Version préliminaire



**Eric ROOSE**  
Editeur scientifique

**IRD Editions**  
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT  
MONTPELLIER, JUILLET 2015