

## **ANALYSE DE QUELQUES AMENAGEMENTS ANTI-EROSIFS JUSTE A L'AMONT DU BARRAGE DE HAMMAM BOUGHRARA (Moyenne Tafna) TLEMCEN ALGERIE**

**Mohamed MAZOUR<sup>1</sup>, Ahmed TOUIL<sup>2</sup>, Baghdad MAACHOU<sup>3</sup>, Zahira SOUIDI<sup>4</sup>, Khelloufi BENBDELLI<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Université de TLEMCEN, BP 119 TLEMCEN ALGERIA, Tél: 213 43 21 36 80 Fax: 213 43 27 54 27

<sup>2</sup>Université de TLEMCEN, BP 119 TLEMCEN ALGERIA, Tel/Fax: 213 43 27 54 27

<sup>3</sup>INRF TLEMCEN, BP 88 TLEMCEN ALGERIE, Tél: 213 43 20 17 92 Fax: 213 43 27 54 27

<sup>4</sup>Centre universitaire de MASCARA ALGERIE, Tél: 213 45 81 38 23 Fax: 213 45 81 11 52

<sup>5</sup>Centre universitaire de MASCARA ALGERIE, Tél: 213 45 81 38 23 Fax: 213 45 81 11 52

Email: [mohamed\\_mazour@yahoo.fr](mailto:mohamed_mazour@yahoo.fr), [b\\_maachou@yahoo.fr](mailto:b_maachou@yahoo.fr), [souidi67@yahoo.fr](mailto:souidi67@yahoo.fr), [benabdelli\\_k@yahoo.fr](mailto:benabdelli_k@yahoo.fr)

### **Introduction**

L'érosion hydrique est devenue actuellement l'un des principaux problèmes qui affecte durement le patrimoine foncier de l'Etat Algérien. Ce phénomène conduit non seulement à une forte dégradation des sols et la diminution des surfaces agricoles, mais aussi à l'envasement accéléré des infrastructures hydrauliques implantées en aval des bassins versants. Les surfaces perdues pour l'activité agricole sont estimées à 250 000 ha depuis l'indépendance, et la dégradation spécifique dans les bassins versants atteint 2000 t/km<sup>2</sup>/an. Dans la zone marneuse du bassin versant de l'Isser affluent est de la Tafna, les pertes en terres par ravinement ont atteint 400 t/ha/an en 2001 alors que l'érosion en nappe sur des sols nus en pente a atteint 07t/ha/an (Mazour, 2001).

En Algérie, pays à climat semi-aride et à forte croissance démographique, l'eau est devenue une ressource très limitée et très sollicitée, encore menacée par l'érosion qui contribue fortement à la diminution des capacités de stockage dans les retenues de barrages par les dépôts de sédiments qu'elle transporte le long de son trajet. L'Algérie perd annuellement une capacité totale de stockage des eaux, estimée à 20 millions de m<sup>3</sup> (Remini, 2000).

Le sous bassin versant de Gaadi, très touché par le ravinement, est situé tout juste à l'amont d'un barrage de la plus haute importance : le barrage de Hammam Boughrara sur la Tafna, principal cours d'eau de l'ouest algérien, à caractère régional, récemment mis en eau, d'une capacité de 177 Mm<sup>3</sup>, destiné à l'alimentation en eau potable de la ville d'Oran et Maghnia et à l'irrigation de la région de Maghnia et ses environs.

Pour protéger ce barrage contre l'envasement, les pouvoirs publics ont classé cette région dans la catégorie des zones d'interventions prioritaires. Des travaux d'aménagements anti-érosifs et en particulier la réalisation des seuils de correction torrentielle ont été réalisés pour faire face aux phénomènes de ravinement et de transports solides.

Une partie des travaux a eu lieu entre 1994 et 1995 et plus de 300 ouvrages ont été réalisés dans le sous bassin.

Six ans après, nous avons voulu étudier le comportement de ces ouvrages et leur efficacité en fonction des coûts consentis et des techniques utilisées.

### **Présentation du milieu**

Le sous bassin versant de Gaadi se trouve juste à l'amont du barrage de Hammam Boughrara, à environ 10 km de la ville de Maghnia (extrême Nord-Ouest algérien). Il s'étend sur une superficie de 224 ha. Il présente un relief assez fort, la pente moyenne des versants varie entre 15 et 50%. Les altitudes sont comprises entre 370 et 495 m. La nature des terrains en place présente une dominance de sols à texture argileuse lourde, peu structurés, pauvres en

matière organique et fortement dégradés. Ces sols dépourvus de cailloux en surface sont très sensibles à l'érosion.

Le reste, ce sont des sols alluvionnaires, couverts à leur surface par un nombre important de pierres et de débris végétaux ce qui les rend relativement plus résistants à l'érosion.

La densité des ravines est assez importante et leur activité est en général assez intense. Certaines ont été reprises par des glissements de terrain localisés et ont atteint des stades de dégradation avancés ce qui rend toute intervention impossible et inutile. Dans la plupart des ravines l'évolution est surtout régressive et se fait particulièrement à la faveur des évènements pluviométriques importants de fréquence d'à peu près : 0,2. Nous avons enregistré pour l'année 2001 sur les versants où les pentes dépassent 25%, pour des pluies dont la hauteur dépasse 20 mm et où l'intensité maximale en 30 minutes se situe aux environs de 20 mm/heure que le nombre d'apparition de nouvelles rigoles ou ravines (largeur maximale :  $L_{max}=1,0$  mètre et profondeur maximale :  $P_{max}=0,50$  mètre) peut être important, (tableau n° 1). Concernant ces résultats, il faut noter que les autres facteurs qui influencent les écoulements tels que le couvert végétal, les états de surface, l'antécédent pluviométrique, etc., ne sont pas pris en considération.

<i>Intensité max. en 30mn. (mm/heure)</i>	<i>Hauteur de la pluie &lt; 20 (mm)</i>			<i>Hauteur de la pluie &gt; 20 (mm)</i>		
	<u>Nombre de griffes/ravines nouvelles/hectare</u>			<u>Nombre de griffes/ravines nouvelles/hectare</u>		
	$L_{max}=0,2$ $P_{max}=0,2$	$L_{max}=0,5$ $P_{max}=0,5$	$L_{max}=1$ $P_{max}=1$	$L_{max}=0,2$ $P_{max}=0,2$	$L_{max}=0,5$ $P_{max}=0,5$	$L_{max}=1$ $P_{max}=1$
<10	5	2	/	11	5	2
10 à 20	8	4	/	16	6	2
>20	12	7	1	22	12	3

**Tab n° 1 :** Nouvelles griffes ou ravines en fonction de la hauteur et de l'intensité maximale des pluies sur un versant pentu à Gaadi (Hammam boughrara) – 2001.

Avec des précipitations moyennes annuelles de 328 mm et une température moyenne de 17°C, le sous bassin de Gaadi a un climat de type semi-aride à hiver tempéré. Les pluies ont un caractère assez violent et irrégulier. Elles tombent surtout sous forme d'orages particulièrement en automne où leur agressivité marque souvent le paysage. Les pluies maximales journalières dépassent souvent la moitié du total mensuel. Ces pluies agressives ont des intensité moyenne dépasse 30 mm/heure, contribuant ainsi au déclenchement des forts ruissellements et des crues.

Les crues maximales annuelles de fréquence biennale, décennale, bi décennale, cinquantenaires, centennale et millénaire estimées dans la région sont estimées dans le tableau n° 2. Elles concernent le cours d'eau principale de la Tafna à Hammam Boughrara.

Période	02 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	1000 ans
Q (m3/s)	234.0	840.46	1072.71	1372.71	1582.4	2340.45

**Tab n° 2 :** Crues maximales de fréquence 0,5 ; 0,1 ; 0,05 ; 0,01 ; 0,001 (Hammam Boughrara) - 1992

Ces crues sont à l'origine des fortes dégradations du milieu. Le taux d'érosion spécifique varie entre 20 et 500 t/km<sup>2</sup>/an, avec une valeur moyenne au site du barrage de Hammam Boughrara de 150 t/km<sup>2</sup>/an.

A l'exception de la partie amont qui a été reboisée en 1964 par du Pin d'Alep, le reste du sous bassin versant présente un couvert végétal très dégradé et même parfois totalement inexistant. L'agriculture et l'arboriculture n'occupent que des petites surfaces autour des

fermes. Certains paysans locaux ont du abandonner le travail de la terre devenu peu rentable pour se convertir à d'autres activités dans les villes limitrophes frontalières.

Les travaux anti-érosifs réalisés dans le S.B.V. de Gaadi font partie des "*grands travaux de mise en valeur intégrée et protection du bassin versant du barrage de Hammam Boughrara*". Ils ont été lancés le 25 Octobre 1994 et réalisés sous la direction de l'administration des forêts de Tlemcen.

### **Résultats de l'analyse des aménagements anti-érosifs dans le S.B.V. de Gaadi**

Sur 2500 m<sup>3</sup> de travaux de correction torrentielle réalisés sur la tranche 1994 -1995 dans le s.b.v. de Gaadi , nous avons examiné d'une manière assez précise le comportement de plus de 100 ouvrages anti-érosifs, ce qui représente un volume total d'environ 1 000m<sup>3</sup> ( $\pm 30m^3$ ), ainsi que l'état des traitements anti-érosifs associés à chaque ouvrage et ce en fonction des principaux facteurs considérés.

L'analyse des travaux anti érosifs et des structures de correction torrentielle dans le sous bassin versant permet tout d'abord d'apporter les observations suivantes :

- Un choix très limité dans les types d'ouvrages souvent inadaptés aux terrains en place
- Un dimensionnement des seuils très approximatif où seule la géométrie du profil en travers du site est prise en considération avec certainement un souci de rentabilité maximum dans la réalisation
- Une densité élevée des seuils
- Une remonté biologique très insuffisante
- Une efficacité incertaine vis à vis de la dynamique de l'érosion qui continue à s'accélérer.

Au niveau du sous bassin étudié, les ravines drainent le plus souvent les ruissellement qui proviennent des parties situées à l'amont qui sont pratiquement dénudées et où les sols peu profonds sont piétinés, tassés et déstructurés par le parcours et les passages répétés des machines agricoles et autres. Le ruissellement qui est libéré dans ces zones est très important et son énergie va augmenter à la faveur des pentes.

Le traitement du ravinement va dépendre de l'origine du ruissellement, mais aussi du stade de développement de la ravine. D'après certains auteurs, il y a trois stades de développement des ravines auxquels correspondent trois modes de traitements. Mais vu la grande variabilité des ravines et leur fonctionnement divers, le traitement des ravines doit être adapté aux conditions physique du milieu et à la dynamique des écoulements sur les versants.

### **Comportement et stabilité des seuils**

En comparant le réseau hydrographique de 1994 au démarrage du projet et celui que nous avons observé sur terrain en 2001, nous remarquons une dynamique importante du ravinement malgré tous les aménagements réalisés et plusieurs ravines nouvelles sont apparues (tableau n° 1). Cette constatation témoigne de l'activité encore importante de l'érosion, mais aussi de l'inefficacité des travaux anti-érosifs. Quatre types de seuils ont été utilisés dans les proportions suivantes : 65% en pierres sèches, 10% en gabions, 15% en pneus usagés et 10% en terre. Seuls les seuils en gabion semblent montrer une certaine efficacité. Tout d'abord, les sédiments arrêtés sont globalement stables, ce qui permis à la végétation de s'installer durablement (*Tamarix et Roseaux*). Les bassins de dissipation ont été efficaces et les phénomènes de « renard » n'ont pas été observés malgré des débits maxima de crues importants. La plupart des seuils en pierres sèches ont été endommagée pour des raisons multiples. Les plus importantes sont leur inadaptation aux terrains marneux, les fondations et l'ancrage insuffisants et les malfaçons dans la réalisation.

Malgré leur densité élevé, ils se sont avérés le plus souvent inefficaces et parfois même à l'origine de nouveaux départs de ravines évoluant d'un manière régressives. Les seuils en pneus usagés testés pour la première fois dans la région n'ont pas supporté la poussée des ruissellements surtout sur des sols argileux. Même si le choix de ce type de seuil

reste intéressant, la technique de mise en place du seuil a été insuffisante: absence de fixation des pneus et terrain inapproprié. Pour ce qui est des seuils en terre, ils pourraient permettre une bonne stabilisation des ravines en terrain marneux si seulement leur dimensionnement et leur réalisation se font correctement. Les exemples qui ont été analysés ont permis une bonne reprise de la végétation et leur comportement est satisfaisant.

Type de seuil	en gabion	en pierres sèches	en pneus usagés	en terre
Efficacité	Bonne	Insuffisante	Insuffisante	Assez bonne
Durabilité	Assez fragile	Fragile	Peu durable	Plus durable
Végétalisation en amont	Assez bonne	Insuffisante	Insuffisante	Insuffisante
Coût	2 000 DA/m <sup>3</sup>	1 500 DA/m <sup>3</sup>	1 000 DA/m <sup>3</sup>	800 DA/m <sup>3</sup>

**Tableau n° 3 :** Efficacité et coûts des quatre types de seuil sur le ravinement

Un ouvrage stable et efficace est celui qui présente un bon comportement pendant au moins une durée de 05 ans (durée habituellement visée par les ingénieurs), le temps que prendra en général la végétation pour s'installer durablement.

Les coûts des différents seuils ont été évalués et comparés. Les seuils en gabions sont les plus chers et ceux qui exigent le plus de technicité, (tableau n° 3). Malgré leur inefficacité, les seuils en pierres sèches sont en sur nombre, ce qui engendre des surcoûts importants. Ils sont très vulnérables sur les terrains argileux et présentent une faible résistance aux eaux de ruissellement étant donné la faible cohésion des pierres. Le coût de ces seuils est relativement élevé, il représente 75% du coût des seuils en gabion pour une efficacité beaucoup moindre. Les seuils qui peuvent présenter un intérêt du point de vue coût et efficacité sont les seuils en terre compactée. En effet, ils coûtent deux fois moins chers que les seuils en pierres sèches et sont beaucoup plus efficaces.

### Conclusions

L'approche technique moderne de la correction torrentielle des ravines consiste à dissiper l'énergie de chute en tête de ravine par une végétalisation ou des obstacles mécaniques, à stabiliser le fond de ravine par des seuils perméables, à protéger les sédiments par une végétalisation herbacée et arborée et productive, et enfin à réhabiliter le réseau de drainage en créant un milieu approprié, (Roose, 2000). La stratégie de lutte antiérosive récemment développée pour valoriser au mieux la terre et le travail (GCES, Roose, 1994) est donc également applicable pour lutter contre l'érosion ravinante et restaurer la productivité de la surface abandonnée aux ravines.

Les insuffisances des études de base relatives aux processus érosifs et leur spatialisation a induit des interventions empiriques et mal ciblées. Bien souvent les travaux eux mêmes réalisés trop hâtivement, déclenchent la reprise de l'érosion en toute absence de suivie et d'entretien

Il semble bien que les difficultés économiques et la dégradation du milieu soient liés : il est en effet difficile d'envisager une protection efficace des ressources en l'absence d'une politique novatrice, basée sur la volonté de redynamisation de l'économie et de mise en valeur de ressources nouvelles et durables.

### Bibliographie

- GTZ, 1996 – L'aménagement des zones montagneuses dans les bassins versants des montagnes de l'Atlas tellien semi aride. Rossdorf, Allemagne, 142p.  
 MAZOUR (M.), 1992 - Les facteurs de risque de l'érosion en nappe dans le bassin versant de l'oued Isser : Tlemcen, Algérie. Bull. Réseau Erosion, 12 : 300-313.

REMINI B., 2000 : L'envasement des barrages – quelques exemples algériens. Bull., Réseau Erosion, n°20, Ed., IRD (ex. Orstom), Montpellier, pp 165 – 171.

ROOSE (E), CHEBBANI (R), BOUROUGAA (L), 2000 – Ravinement en Algérie. Typologie, facteurs de contrôle, quantification et réhabilitation. Sécheresse n°4, vol. 11.