

MÉCANISMES DE TRANSFERT DES SÉDIMENTS EN SUSPENSION DANS LE BASSIN VERSANT DE LA HAUTE-TAFNA

Megnounif Abdesselam, Seddini Abdelali, Terfous Abdelali

Université Aboubakr Belkaid Tlemcen. B.P 230 Tlemcen 13 000 Algérie,

Tel/Fax : (213) 43 28 56 85 - Email : megnounif aslam@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Dans ce travail on s'intéresse à l'origine des sédiments transportés en suspension par le cours d'eau, l'Oued Sebdou de la Haute-Tafna. Cependant, il est connu que les sédiments ramenés par le cours d'eau sont produits soit par ruissellement superficiel sur les versants soit arrachés du lit et des berges du cours d'eau. Dans le but de quantifier la contribution de ces deux mécanismes d'érosion dans la production des sédiments dans le bassin versant de la Haute-Tafna, on analyse la variabilité de la charge en suspension de l'eau quant aux fluctuations des débits d'écoulement. L'étude par l'utilisation de la décomposition des hydrogrammes de crues, pour la période allant de septembre 1988 à août 1993, révèle que la contribution du ruissellement dans la production des sédiments est importante en automne, alors qu'au printemps, c'est l'érosion du réseau hydrographique qui est importante. En été, la charge solide produite sur les versants suite aux violents orages qui caractérisent la région constitue la quasi-totalité de la matière solide transportée par le cours d'eau.

Mots-clés : Décomposition hydrogramme, érosion, réseau hydrographique, bassin versant, Oued Tafna.

ABSTRACT

Knowledge of suspended sediment loads carried by rivers provides insight into the underlying erosion mechanisms. In this context knowledge of suspended sediment loads in the Oued Sebdou River (*Mediterranean Algeria*), which is a main stream in the Upper-Tafna basin, is of interest. However, the suspended sediments were carried from the slopes into the river by surface runoff or by stream channel erosion caused by flowing water. To express the contribution of these two mechanisms, we applied hydrograph separation methods. The study used instantaneous water discharge and suspended sediment load measured and supplied by the National Agency of Hydrologic Resources [ANRH]. Five annual water years have been investigated during the period from September 1988 to August 1993.

In autumn the heavy rains produce higher peak flows as the rain encounters dry soil with less vegetation cover and produces large quantities of solid by heavy rain splash erosion. The contribution of slope erosion processes represents an average of 39,9% of the total river-suspended sediment transport. Spring corresponds to a dilution in sediment concentration caused by a large groundwater contribution. The solids transported during this period are mainly eroded from the stream banks and represent 24,8% of total sediment flux exported by the Sebdou River.

Keywords : Hydrograph separation, channel erosion, hillslopes erosion, Tafna River

INTRODUCTION

Outre les pertes en terres fertiles, les sédiments transportés en suspension par les cours d'eau constituent des dépôts importants dans les réservoirs hydrauliques. Ce qui réduit considérablement la capacité de stockage de ces ouvrages. En Algérie, l'alluvionnement et l'exhaussement des barrages par les dépôts successifs estimés annuellement à 20 millions de m³ (*Remini, 1999*), contribue à réduire considérablement la capacité de stockage de l'eau estimée à 6,2 milliards de m³ (*Riad et al, 1999*).

Cependant, il est connu que les périodes de grandes activités des eaux dans la production des sédiments, se font principalement durant les périodes de crue qui correspondent en général aux phases de ruissellement superficiel sur les versants. Les sédiments ramenés au cours d'eau par les ruissellements de surface sont ensuite dilués par les écoulements différés, hypodermiques et souterrains. Lors de son écoulement dans le réseau hydrographique, l'eau arrache du lit et des berges des quantités non négligeables de particules solides.

L'objectif de la présente étude est de comprendre l'évolution des ces deux mécanismes d'érosion au cours de l'année hydrologique dans le bassin versant de la Haute-Tafna, situé au Nord Ouest de l'Algérie.

PRÉSENTATION DU SITE

Situé au Nord Ouest algérien et faisant partie du bassin versant de la Tafna, le sous bassin de la Haute-Tafna en amont de Beni-Bahdel a une forme plus ou moins allongée, une superficie de 255,5 km² et un périmètre de 78 km (*Fig.1*). L'altitude moyenne étant de 1058 m et près de 49% de la surface présente des pentes supérieures à 25%. La dénivelée moyenne donnée par l'indice de pente de Roche est de 0,077.

Ce bassin particulièrement faillé est bien drainé par l'oued Sebdou (*Haute-Tafna*), qui prend naissance dans les Ouled Ouriache et se dessine après un grand nombre de ramifications creusées dans les terrains Jurassiques principalement carbonatées qui descendent de crêtes atteignant les 1465 m. Ces ramifications se réunissent au niveau de la plaine de Sebdou à 900 m dans les alluvions plio-Quaternaires. L'oued suit ensuite son cours dans une vallée encaissée (*le fossé de la Tafna*) et se creuse dans les marno-calcaires, les calcaires et Dolomies du Jurassique (*Benest et als. 1999*) jusqu'au barrage de Béni-Bahdel.

Le bassin versant de la Haute-Tafna à l'instar du Nord algérien à climat semi-aride (*Bouanani et als, 1999*) est caractérisé par un nombre de jours de pluies réduit et très inégalement réparties durant le cycle hydrologique. Deux à trois mois au plus totalisent près de 70% de la hauteur pluviométrique annuelle. Aussi, ce bassin se caractérise, par une sécheresse estivale marquée (*moins de 1 mm en juillet et août*), par une grande variabilité des apports annuels avec un coefficient d'irrégularité (*rapport de la hauteur maximale sur la hauteur minimale*) avoisinant le 4, et enfin, par l'importance des averses torrentielles qui peuvent donner jusqu'à 200 mm/24 heures lors de la remontée ou la descente du front polaire. Les averses atteignant le mm par minute ne sont pas rares (*Seltzer, 1946*), et les orages estivaux dépassent parfois les 30 mm/h Demmak (*1982*). Quant à la répartition spatiale des précipitations, elle est dictée par le relief et les influences maritimes (*Megnounif et als, 1999*). Les hauteurs annuelles peuvent atteindre les 1100 mm sur les versants exposés aux vents humides provenant du nord-ouest et diminuent à l'intérieur du bassin, où elles varient entre 200 et 800 mm.

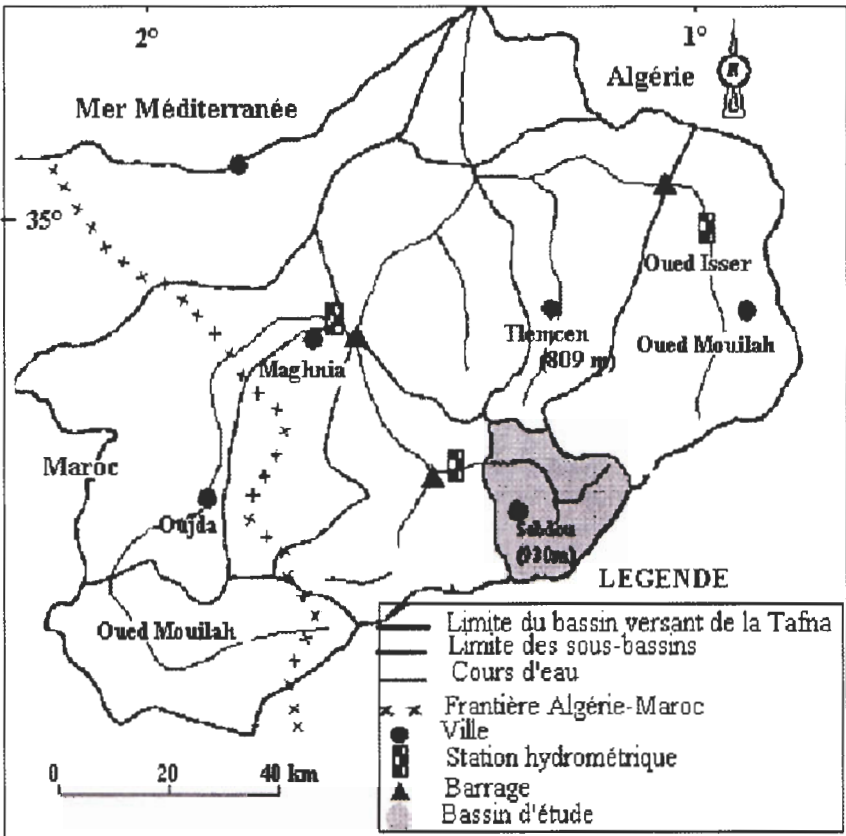


Fig 1. : Cadre de situation du bassin versant de la Haute-Tafna.

MÉTHODE D'ÉTUDE ET DONNÉES

La dégradation des sols a pour principale origine le processus du ruissellement superficiel qui entraîne la migration des particules solides vers le cours d'eau. Par ailleurs, au sein du réseau hydrographique, la contrainte dynamique de l'eau lors de son écoulement, permet d'arracher du lit et des berges du cours d'eau des quantités appréciables des particules solides qui seront transportées en suspension par le cours d'eau.

Pour mieux comprendre ces deux mécanismes d'érosion qui règlent le transport des matières solides en suspension, différentes approches ont été menées principalement sur les fleuves et cours d'eau pérennisés. Elles consistent en particulier à individualiser les périodes du ruissellement superficiel.

L'approche proposée dans cette étude est basée sur la décomposition des hydrogrammes de crue. Cette méthode, déjà utilisée par plusieurs auteurs, (*Etchanchu, 1988 ; Etchanchu et al, 1986 ; Kattan et als, 1987 et Probst et al, 1986*), permet d'identifier le débit du ruissellement en séparant les différentes composantes de l'écoulement. Récemment, appliquée à l'Oued Tafna (*Megnounif et al, 2003*) évaluent la contribution de ces deux mécanismes d'érosion dans la production des sédiments en suspension transportés par le cours de l'Oued Sebdo à 38% de matières solides arrachées du réseau hydrographique et 62%, la part des sédiments ramenés des versants. Dans la présente étude on s'intéresse à l'évolution des ces deux mécanismes d'érosion au cours de l'année hydrologique.

L'étude porte sur les valeurs instantanées des débits liquides et des turbidités mesurées à la station de jaugeage de Beni-Bahdel (X=118,80 Km, Y=163,40 Km et Z= 665 m), située en amont du barrage, à environ 1300 m de la limite inondable. Ces mesures, effectuées durant la période allant de septembre 1988 à août 1993, sont fournies par les services de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (*ANRH*). Les débits liquides Q_L , en m^3/s , sont déterminés directement à partir de la courbe de tarage en fonction des hauteurs d'eau mesurées conjointement par une échelle limnimétrique et limnigraphe à flotteur. A chaque mesure de débit liquide Q_L , par un conteneur, on prélève manuellement sur la rive du cours d'eau un échantillon d'eau chargée. La boue recueillie sur un papier filtre est pesée après séchage à l'étuve à 105° pendant 30 minutes. Ce qui permet de déduire la concentration C en g/l. Le nombre de mesures et prélèvements effectués est adapté au régime hydrologique. Ces derniers sont effectués un jour sur deux. En période de crue les prélèvements sont intensifiés.

RESULTATS

Le tableau 1 présente les valeurs moyennes des apports liquides ainsi que la contribution des deux mécanismes d'érosion suivant les différentes saisons, durant la période septembre 1988 - août 1993.

Tableau 1 : Apports saisonniers liquide A_L et solide A_{SB} produits par érosion des berges et du lit du cours d'eau et A_{SR} matières provenant des versants

Saisons	A_L ($10^6 m^3$)	A_{SB} (10^3 tonnes)	A_{SR} (10^3 tonnes)
Automne	5,3	28	97
Hiver	4,1	1	1
Printemps	18,3	71	33
Eté	3,2	3	51
Apport annuel	30,9	103	183

Au vu du tableau 1, il en ressort que :

- la contribution de ces deux mécanismes d'érosion est très contrastée au cours de l'année hydrologique ;

- la composante du ruissellement dans la production des sédiments est fortement prononcée en automne. En effet, après la grande saison sèche, les premières pluies sont souvent intenses. Elles trouvent un sol sec avec un faible couvert végétal, ce qui génère rapidement des ruissellements importants et fortement chargés en matières solides. Les dégradations spécifiques sur les versants s'élèvent alors à 381 tonnes/ km². Cependant, le tiers du flux annuel (Fig.2), soit 33,9% des matières solides transportées en suspension par l'Oued Sebdou sont acheminées au cours d'eau à partir des versants par les ruissellements superficiels. Par contre, durant cette saison, l'érosion des berges et du lit du cours ne représente que 10% du flux annuel (Fig.2).
- Au printemps, les apports en eau sont très importants, ils représentent 60% de l'apport annuel. Malgré cette hausse très significative, la présence de la végétation et l'humidification des sols réduisent la vulnérabilité des particules à l'érosion hydrique. La contribution du ruissellement dans la production de sédiment représente seulement 11,5% du flux annuel. Par contre la hausse de l'eau dans le cours d'eau permet d'arracher de grandes quantités de matières solides à partir des berges. L'érosion du réseau hydrographique représente alors 24,8%, soit le quart de la production annuelle. L'été se distingue par ces orages très violents qui génèrent des ruissellements fortement chargés. Les dégradations des versants représentent 18,2%.

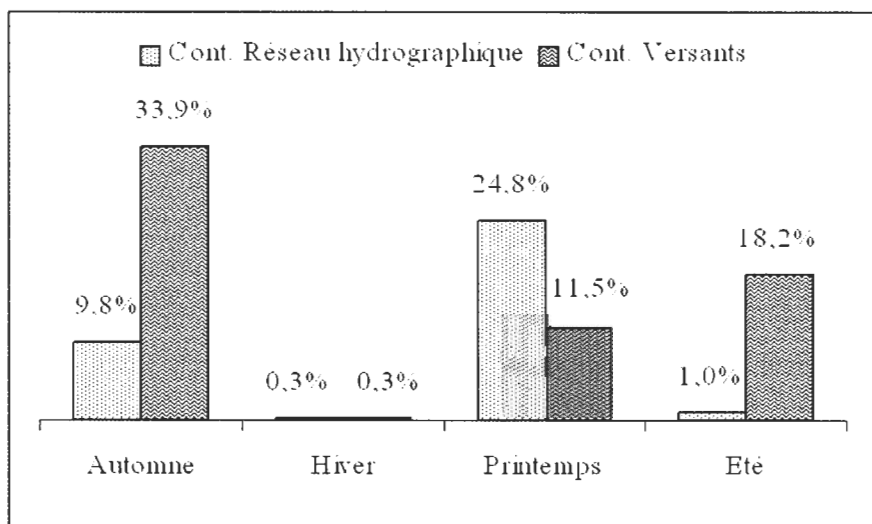


Fig. 2 : Contribution des deux mécanismes d'érosion dans la production des sédiments transportés en suspension par le cours d'eau (septembre 1988 - août 1993)

CONCLUSION

Les particules solides acheminées à l'exutoire du bassin versant sont soit le produit de l'érosion mécanique sur les versants du au ruissellement de surface, soit elles sont arrachées du lit et des berges du cours d'eau. Cependant pour l'Oued Sebdou, la contribution de ces deux mécanismes d'érosion qui règlent le transport des matières solides en suspension est très contrastée au cours de l'année hydrologique. Elle dépend principalement de la configuration du bassin versant et de l'intensité des précipitations.

Les apports liquides moyens annuels sont estimés à 30,9 millions de m³ et transportent en suspension une charge solide évaluée à 0,286 million de tonnes.

L'analyse des événements de crues par la décomposition des hydrogrammes de crues montre que les apports des sédiments sont considérables en automne. Ils représentent 44% du flux annuel avec une contribution de l'érosion mécanique par le ruissellement superficiel estimée à 33,9% de la production annuelle, à l'encontre de la contribution annuelle de la charge solide transportée en suspension durant le printemps qui est de l'ordre de 36%. Cependant, l'augmentation des paramètres hydrauliques par la contribution des eaux souterraines est de l'ordre de 36% ; elle est responsable de 36% du flux annuel ce qui rend que l'érosion du réseau hydrographique soit importante. Elle représente 24,8% du flux annuel, alors que, la charge du ruissellement ne représente que 11,5%.

L'été se distingue par ces orages très violents qui génèrent des ruissellements fortement chargés. Les apports solides par dégradation des versants représentent 18,2%.

Références bibliographiques

- [1] BENEST M., ELMI S., BENSALAH M., 1999. La couverture mésozoïque et cénozoïque du domaine tlemcenien (avant pays d'Algérie occidentale) : stratigraphie, paléoenvironnement, dynamique sédimentaire et tectogénèse alpine. Bull. Serv. Géol. Algérie. Vol. 10, n°2, pp. 127-157.
- [2] BOUANANI A., TERFOUS A., BENSLIMANE M., & CHERIF Z.A., 1999. Resources and stocks of water of Algeria. The First International Conference on the Geology of Africa. Nov. 23-25 Assiut EGYPT, Vol. (1): 473-480.
- [3] DEMMAK A., 1982. Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie septentrionale. Th. Docteur-Ingénieur Univ. Paris, France.
- [4] ÉTCHANCHU D., 1988. Géochimie du bassin des eaux de la Garonne, transferts de matière dissoute et particulaires vers l'océan Atlantique. Th. Doct. Univ. Paul-Sabatier, Toulouse, 178p.

- [5] ETCHANCHU D., PROBST J.L., 1986. Erosion et transport de matières en suspension dans un bassin versant en région agricole. Méthode de mesure du ruissellement superficiel, de sa charge et des deux composantes du transport solide dans un cours d'eau. C. R. Acad. Sci. Paris, 302, série II, n° 17, 1063-1067.
- [6] KATTAN Z., GAC J.L., PROBST J.L., 1987. Suspended sediment load and mechanical erosion in the Senegal basin -- Estimation of the surface runoff concentration and relative contributions of channel and slope erosion. J. Hydrol., 92, 59-76.
- [7] MEGNOUNIF A., BOUANANI A., TERFOUS A. BABAHAMED K., 1999. Distribution statistique de la pluviométrie et mise en évidence de l'influence du relief. (Cas des monts de Tlemcen, Nord Ouest Algérien). Revue Sciences & Technologie, 12, 77-80.
- [8] MEGNOUNIF A., TERFOUS A., BOUANANI A., 2003. Production et transport des matières solides en suspension dans le bassin versant de la Haute-Tafna (Nord Ouest Algérien). Rev. Sci. Eau, 16(3), 369-380.
- [9] PROBST J.L., BAZERBACH A., 1986. Transports en solution et en suspension par la Garonne supérieure. Sci. Géol. Bull., 39, 1, 79-98.
- [10] REMINI B., 1999. Envasement des barrages dans le Maghreb. Bul. Int. De l'Eau et de l'env., 22 : 4-8
- [11] RIAD S., SALIH A., 1999. Options for future water security in the Arab Countries. The First International Conference on the Geology of Africa. Nov. 23-25 Assiut Egypt, vol. (1): 459-466.
- [12] SELTEZ P. 1946. Le climat de l'Algérie. Univ. Alger. Inst. Météo et Phys. Du globe. Carbonel, 219 p. 2 cartes.