

Détermination des dégradations spécifiques dans trois bassins versants des régions méditerranéennes algériennes

TERFOUS ABDELALI, MEGNOUNIF ABDESSELEM & BOUANANI ABDERREZAK

Département d'Hydraulique, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Université Aboubakr Belkaid Tlemcen, BP 230 Tlemcen, 13000 Algeria

a_terfous@mail.univ-tlemcen.dz

Résumé Le présent travail consiste à déterminer, par la confrontation des données de mesure et de modèles empiriques, les dégradations spécifiques dans trois bassins de la région nord ouest de l'Algérie. Il s'agit, de la Haute Tafna, de l'Isser et du Mouilah. Pour ce faire, on se base, d'une part, sur le traitement et l'analyse des données des débits solides déduits des concentrations prélevées, dans les principaux cours d'eau, sur une période moyenne de 10 années. D'autre part, et dans un souci de comparaison, on utilisera le modèle de Sogreah (1969). Les résultats obtenus donnent des valeurs de dégradations spécifiques variant, en moyenne, de 100 à 3000 t km² an⁻¹. Les deux méthodes utilisées donnent, dans certains cas, des valeurs pouvant atteindre 100% de différence.

Mots clefs apport solide spécifique; érosion; Haute Tafna; Isser, Mouilah; méthodes empiriques; transport solide

Key words specific sediment yield; erosion; Haute Tafna; Isser; Mouilah; empirical method; sediment transport

INTRODUCTION

Les zones semi-arides sont des régions particulièrement caractérisées par l'ampleur de l'érosion et du transport solide. En effet, les recherches entreprises dans ce domaine, montrent que les dégradations spécifiques, des bassins versants maghrébins, varient de 1000 à 5000 t km⁻² an⁻¹ (Heush *et al.*, 1971; Demmak, 1982; Walling, 1984). Les quantités de sédiments transportés en suspension et susceptibles de se déposer dans le littoral méditerranéen des côtes algériennes sont estimés à 47×10^6 t an⁻¹ (Probst, 1992).

Le volume de matériaux qui se déposent chaque année dans les retenues des barrages algériens s'élève à 20×10^6 m³ (Remini, 1999). Ceci contribue à l'envasement prématuré de ces retenues et diminue de 0.3% par an les capacités de stockage de l'eau, estimées à 6.2×10^6 m³ (Riad *et al.*, 1999), dans des régions caractérisées par une pluviométrie à la fois faible et irrégulière (Bouanani *et al.*, 1999).

Dans ce contexte, on déterminera les dégradations spécifiques dans trois sous bassins du bassin versant de la Tafna (nord ouest de l'Algérie). Pour ce faire, on se basera sur les données de mesure des débits liquides et des concentrations des sédiments, transportés en suspension, par les principaux cours d'eau, sur une période de 10 années.

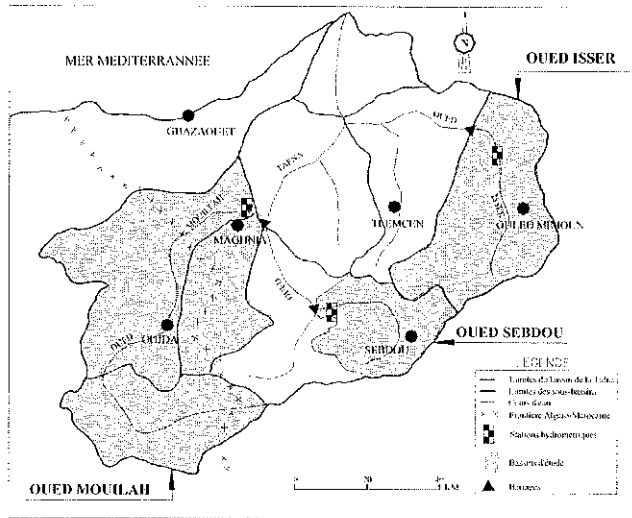


Fig. 1 Situation des bassins versants étudiés.

PRESENTATION DES BASSINS

Situation géographique

Le bassin versant de la Tafna, situé au nord ouest du territoire algérien (Fig. 1), s'étend sur une superficie de 7245 km². Il est subdivisé en huit sous bassins versants:

- partie orientale avec comme principaux affluents les oueds Chouly, Isser et l'oued Sikkak,
- partie occidentale comprenant la Haute Tafna (oued Sebdo et oued Khemis) et l'oued Mouilah,
- partie septentrionale: qui débute pratiquement de la localité village Tafna et s'étend jusqu'à l'embouchure de la Tafna sur la mer. Les oueds Boukiou, Boumessaoud et Zitoun sont les principaux affluents.

Le bassin versant de la Haute Tafna occupe une superficie de 255.5 km² pour un périmètre de 78 km. La longueur du thalweg principal est de 29.7 km et se terminant par le barrage de Beni Bahdel (56 Mm³). Géologiquement, le bassin est caractérisé par un Horst Jurassique principalement carbonaté au nord et au nord ouest, au sud et à l'est par un graben rempli de sédiments Plio-Quaternaires correspondant au fossé de Sebdo.

Le bassin versant de l'oued Mouilah s'étend sur une superficie de 2650 km², et un périmètre de 230 km. Affluent rive gauche de la Tafna, l'oued Mouilah s'écoule sur une longueur de 124 km. Il prend naissance dans la région d'El Abed à 1250 m d'altitude. Il pénètre au Maroc (oued Isly), puis revient en Algérie. Le bassin d'Oued Mouilah est constitué de formations géologiques allant du Primaire au Quaternaire. Sur le substratum primaire essentiellement schisteux et gréseux, vient le Secondaire avec des formations essentiellement carbonates, gréseuses et argileuses. Ces formations forment l'ossature du bassin en horst. Le fossé de Maghnia qui constitue la plaine est occupé par des dépôts gréseux et argileux du Miocène, recouverts par des alluvions du Plio-Quaternaire.

Le bassin versant de l'oued Isser occupe une surface de 1140 km² pour un périmètre de 197.3 km. Affluent rive droite de la Tafna, l'oued Isser est long de 81 km. Il prend sa source à Ain Isser au Sud d'Ouled Mimoun. La limite du bassin, à l'aval, coïncide avec le barrage El Izdihar d'une capacité de 110 Hm³. Le bassin est caractérisé par deux zones distinctes. Au sud, les pentes sont très fortes dépassant les 30% représentant une zone montagneuse constituée essentiellement par des terrains calcaires fissurés du Jurassique. La zone médiane du bassin correspond aux plaines où les pentes sont douces <10%. C'est le siège des particules charriées par l'oued. Au nord ouest, une zone de collines à pente douce 15 à 30%, est constituée par des marnes miocènes.

Caractéristiques physiques

Les caractéristiques physiques des trois bassins étudiés sont détaillées dans le Tableau 1. Les valeurs de l'indice de compacité permettent d'affirmer que l'oued Mouilah constitue relativement le bassin le plus compact, alors que le plus allongé est le bassin d'oued Isser. La Haute Tafna, présente dans l'ensemble une forme plus ramassée que les autres bassins ce qui lui confère un temps de concentration des eaux de ruissellement plus court. Les valeurs des indices de pente traduisent un relief modéré pour les trois bassins. Toutefois les plus fortes valeurs concernent le bassin de la Haute Tafna qui présente relativement un volume montagneux plus important pour une surface plus petite.

Le paysage végétal dans les bassins de l'Isser et de la Haute Tafna a été largement dégradé et défriché en montagne par les incendies, par l'agriculture extensive et le surpâturage.

Tableau 1 Principaux paramètres physiques des trois bassins étudiés.

Paramètres	La Haute Tafna	Isser	Mouilah
Superficie (km ²)	255.5	1140	2650
Périmètre (km)	78	197.30	230
Indice de compacité	1.37	1.64	1.25
Densité de drainage (km/km ²)	2.88	0.94	0.16
Altitude maximale (m)	1465	1625	1430
Altitude minimale (m)	688	275	285
Altitude moyenne (m)	1120	880	800
Surface érodée (%)	38.88	39.31	42.31
Indice de pente	0.146	0.123	0.116
Indice de pente global	0.016	0.0125	0.0122
Coefficient de torrencialité C _T	15.2	2.1	0.0032
Temps de concentration des eaux (h)	7.0	13.5	18.0
Cultures extensives (% de la superficie)	16.14	37.19	21.58
Couvert forestier dégradé (%)	33.84	34.12	03.58
Couvert forestier normal (%)	21.78	13.43	14.72
Arboriculture (%)	01.94	09.19	0.45
Couvert mort (%)	09.62	05.22	49.43
Prairies et terrains de parcours (%)	16.68	0.89	10.23
Couvert forestier dégradé ou mort (%)	43.46	39.34	53.01

Pluviométrie et écoulements

Le bassin versant de la Haute Tafna se caractérise par un climat semi-aride. La température moyenne annuelle est de 17°C. Les températures minimales sont enregistrées en janvier, de l'ordre de 5°C, les maximales atteignent les 34°C en juillet et août. Les hauteurs annuelles des précipitations sont relativement faibles avec une moyenne de 435 mm (1978–1998).

Le bassin versant d'oued Mouilah se caractérise par un climat semi-aride. Les températures annuelles ont pour moyenne 17°C et varient entre 10 et 24°C pour la moyenne des minima et des maxima. Les précipitations sont relativement faibles, avec une moyenne annuelle de 357 mm (1970–1998).

Le bassin de l'Isser est caractérisé par un climat semi-aride. La température moyenne annuel est de 15.4°C variant entre 8.5 et 22.3°C. Les précipitations annuelles sont de 440 mm (1970–1998).

La distribution mensuelle des pluies permet de classer les trois bassins dans un régime de transition tellienne, avec un maximum pluviométrique principal en mars-avril puis une décroissance régulière jusqu'au minimum estival.

DEGRADATIONS SPECIFIQUES

Pour déterminer les dégradations spécifiques, on se basera sur les données de mesures des débits solides en suspension dans les principaux cours d'eau des trois bassins considérées. Ces mesures sont effectuées et fournies par l'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydriques). Elles ont été établies lors des campagnes de prélèvement de 1989–1998 pour la Haute Tafna et l'Isser et de 1986–1995 pour le Mouilah.

L'analyse de ces données, permet de déduire, dans le cas de la haute Tafna, que pour une lame d'eau écoulée moyenne de 139 mm an⁻¹, on enregistre un débit solide moyen annuel de 13.7 kg s⁻¹ soit un apport solide moyen de 0.43×10^6 t an⁻¹. Les dégradations spécifiques varient de 120 à 6000 t km⁻² an⁻¹, soit une moyenne de 3000 t km⁻² an⁻¹.

Pour l'Isser, les dégradations spécifiques annuelles varient de 4 à 3400 t km⁻² an⁻¹, soit une moyenne de 117 t km⁻² an⁻¹, pour une lame d'eau écoulée moyenne de 32 mm an⁻¹ et apport solide annuel de 0.75×10^6 t, déduit d'un débit solide moyen annuel de 23.8 kg s⁻¹.

Le Mouilah se caractérise par une lame d'eau écoulée moyenne de 27.3 mm an⁻¹ apportant en moyenne, annuellement, 1.4×10^6 t sédiments. La dégradation spécifique moyenne annuelle est de 127 t km⁻² an⁻¹ pour des valeurs variant de 22 à 980 t km⁻² an⁻¹.

Par souci de mettre en évidence les divergences auxquelles peut aboutir l'utilisation de modèles empiriques lors de la quantification de l'érosion, dans un bassin versant, on se basera sur le modèle de Sogreah, donné par l'équation (1). On notera que ce modèle a été établi en 1969 à partir des données de mesure des écoulements et des caractéristiques hydrodynamiques de 30 bassins Algériens, de superficie comprise entre 100 et 300 km², soumis à une pluviométrie annuelle comprise entre 300 et 1000 mm. Les sols, caractérisant ces bassins, peuvent aussi bien être imperméable qu'à forte perméabilité.

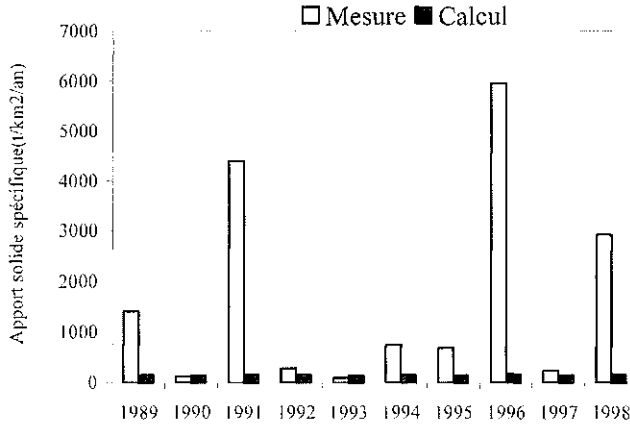


Fig. 2 Comparaison des apports solides spécifiques mesurés et calculés dans le bassin de la Haute Tafna (période 1989–1998).

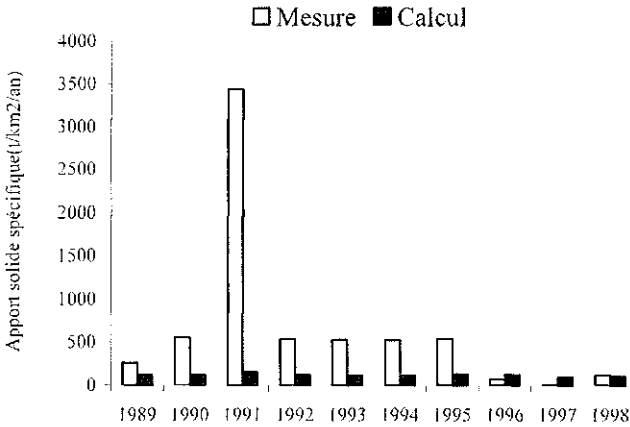


Fig. 3 Comparaison des apports solides spécifiques mesurés et calculés dans le bassin de l'Isser (période 1989–1998).

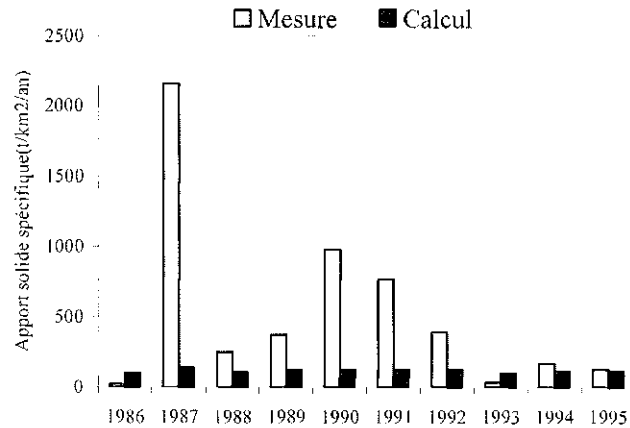


Fig. 4 Comparaison des apports solides spécifiques mesurés et calculés dans le bassin du Mouilah (période 1986–1995).

$$A_{SS} = \alpha E^{0.15} \tag{1}$$

A_{SS} , dégradation spécifique ($t\ km^{-2}\ an^{-1}$); α , coefficient dépendant de la perméabilité du sol; E , écoulement annuel (mm).

Dans le cas de l'étude rapportée ici, on considère un sol de perméabilité moyenne, soit $\alpha = 75$. En effet les différentes études de sol, effectuées dans la région ont montré, que ces bassins, sont caractérisés par des perméabilités faibles à moyennes (Ghenim, 2001).

Les dégradations spécifiques calculées sont données dans le Tableau 2. On remarque, alors, que ces valeurs varient de 135 à 175 $t\ km^{-2}\ an^{-1}$, pour la Haute Tafna, de 97 à 130 $t\ km^{-2}\ an^{-1}$ pour l'Isser et de 98 à 141 $t\ km^{-2}\ an^{-1}$ pour le Mouilah. On notera aussi, qu'en valeurs moyennes, les dégradations de l'Isser et du Mouilah, sont plus ou moins comparables à celles obtenues à partir des données de mesure pour les mêmes bassins. Alors que pour la Haute Tafna, la valeur obtenue à partir des données de mesure est 18 fois supérieure à celle obtenue par calcul.

Les Figs 2, 3 et 4 montrent que les dégradations obtenues par les deux méthodes sont nettement distinctes. Celles obtenues à partir des données de mesure des débits solides peuvent être jusqu'à 34 fois plus grandes que celles obtenues par le modèle de Sogreah comme c'est le cas du bassin de la Haute Tafna.

Cette différence est surtout due au fait que, généralement, plusieurs modèles empiriques, ne prennent pas en compte, plusieurs paramètres influant dans le phénomène d'érosion tels que les événements pluviométriques, la surface du bassin versant et la couverture végétale. On notera que c'est les crues d'automne et de printemps qui sont responsables du maximum de transport solide, dans le cas des bassins versants algériens (Terfous *et al.*, 2001).

Tableau 2 Valeurs des dégradations spécifiques, en $t\ km^{-2}\ an^{-1}$, déterminées à partir de données de mesure et du modèle empirique.

Année	La Haute Tafna:		Isser:		Mouilah:	
	Mesure	Calcul	Mesure	Calcul	Mesure	Calcul
1986					22.18	100.37824
1987					2160.2	141.105399
1988					252.54	108.08569
1989	1415.8	154.097624	265.3	122.623222	376.58	125.80087
1990	121.18	136.212463	555.3	119.069313	981.35	128.811944
1991	4401.2	173.204024	3438.6	154.33799	769.74	128.979297
1992	287.2	156.890943	534.7	121.410229	394.41	128.414812
1993	107.94	141.945978	532.9	118.31833	36.07	98.4660506
1994	754.61	149.28306	526.5	117.565765	168.7	115.829967
1995	688.25	149.015453	544.5	129.692304	127.43	118.896475
1996	5953.7	174.451622	72.7	127.314782		
1997	244.52	147.450032	4.1	97.3994893		
1998	2920.9	163.618238	117.6	104.75951		

CONCLUSION

La présente étude a pu mettre en évidence les différences obtenues entre les dégradations spécifiques déterminées à partir des données de mesure des débits solides, dans les principaux cours d'eau, et de l'utilisation du modèle empirique de Sogreah (1969). Dans le cas du travail rapporté ici, il s'agit de trois bassins de l'ouest Algérie, la Haute Tafna, l'Isser et le Mouilah. Les résultats obtenus montrent, qu'en valeurs moyennes, les dégradations spécifiques, obtenues par les deux méthodes sont proches pour l'Isser et le Mouilah. Elles sont, par contre, très distinctes, dans le cas de la Haute Tafna.

REFERENCES

- Bouanani, A., Terfous, A., Benslimane, M. & Cherif, Z. A. (1999) Resources and stocks of water of Algeria. In: *The First International Conference on the Geology of Africa, Egypt* vol.1, 473–480.
- Demmak, A. (1982) Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en suspension en Algérie septentrionale. Thèse de Docteur-Ingénieur. Univ. Paris VI, France.
- Heusch, B. & Millies-Lacroix, A. (1971) Une méthode pour estimer l'écoulement et l'érosion dans un bassin: application au Maghreb. *Mines et Géologie* 33, 21–39.
- Ghenim, A. (2001) Contribution à l'étude des écoulements liquides et des dégradations du bassin versant de la Tafna: cas d'Oued Isser, Oued Mouilah et la haute Tafna. Thèse de Magister en Hydraulique, U.A.B Tlemcen, Algérie.
- Probst, J. L. & Amiotte Suchet, P. (1992) Fluvial suspended sediment transport and mechanical erosion in the Maghreb. *Hydrol. Sci. J.* 37(6), 621–637.
- Remini, B. (1999) Envasement des barrages dans le Maghreb. *Bull. Int. de l'Eau et de l'Env.* 22, 4–8.
- Riad, S. & Salih, A. (1999) Options for future water security in the Arab Countries. In: *The First International Conference on the Geology of Africa, Egypt* vol.1, 459–466.
- Terfous, A., Megnounif, A. & Bouanani, A. (2001) Etude du transport solide en suspension dans l'Oued Mouilah (Nord Ouest Algérien). *Revue des Sciences de l'Eau* 14(2), 175–187.
- Walling, D. E. (1984) The sediment yields of African rivers. In: *Challenges in African Hydrology and Water Resources* (ed. by D. E. Walling, S. S. D. Foster & P. Wurzel) (Proc. Harare Symp., July 1984), 265–283. IAHS Publ. no.144.