

EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DES SEDIMENTS EN SUSPENSION ET DES DEBITS SOLIDES EN FONCTION DES DEBITS LIQUIDES DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED HADDAD WILAYA DE RELIZANE

ELAHCENE Omar¹, SAID Hamza¹, BENZEKRI Ameer¹ & CHATI Amar¹

¹ *Université Ziane Achour, Djelfa, Département des sciences agronomiques et vétérinaires.
elahcene_o@yahoo.fr*

Résumé

Ce travail s'intéresse à l'évolution des concentrations des sédiments en suspension et des débits solides en fonction des débits liquides dans le bassin versant de l'Oued Haddad wilaya de Relizane. Pour comprendre ces évolutions dans le bassin versant, on s'est basé sur l'exploitation des données de prélèvements instantanés des débits liquides et des concentrations des sédiments transportés en suspension dans le cours d'eau. Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a pas de corrélation entre la concentration des matières en suspension et le débit liquide, une très bonne relation trouvée entre le rapport débit solide/débit liquide et l'apport moyen annuel des sédiments enregistré à l'exutoire du bassin versant de l'Oued Haddad est évalué à 126959 tonnes, ce qui correspond à un taux d'abrasion de 272 t/km²/an. Cette valeur est comparable à celles trouvées pour d'autres régions à régime hydrologique similaire.

Mots clefs concentrations; suspension; débit solide; débit liquide; Oued Haddad; zone semi-aride; Algérie

1. INTRODUCTION

Dans le but de déterminer les paramètres explicatifs du transport solide (par exemple : débits liquides, pluie, humidité du sol, ... etc.) et de comprendre le fonctionnement des bassins versants dans la production des sédiments, de nombreux auteurs en Algérie comme dans d'autres pays méditerranées à travers plusieurs études basées sur l'analyse de l'évolution de la charge solide en suspension en fonction des débits liquides, ont tenté une approche quantitative à différentes échelles temporelles du phénomène de l'érosion et de la sédimentation dans les bassins fluviaux (Demmak, 1982); (Katlan et al., 1987); (Probst et al., 1992); (Bergaoui et al., 1998); (Terfous et al., 2001); (Benkhaled et al., 2003), (Elahcene et al., 2013), ... etc. L'objectif de ces travaux étant de fournir d'une part, une description relativement exhaustive des processus qui influencent l'intensité des mécanismes d'érosion et de transport de sédiments, d'autre part de chercher des modèles statistiques fiables et simples d'estimation et de prédiction des quantités de matières solides qui transitent à l'exutoire des bassins versants, pour enfin arriver à mettre en évidence des relations susceptibles d'être appliquées à des régions ou des bassins versants dans lesquels les mesures sont rares ou inexistantes. C'est dans ce contexte, que nous allons aborder dans ce travail, la modélisation du transport solide dans le bassin versant de l'Oued Haddad par des relations reliant le débit solide (Q_s) au débit liquide (Q_L) ou concentration (C) au débit liquide (Q_L). Les modèles proposés tentent de prévenir, la quantité des matières solides transportées par les cours d'eaux.

2. PRESENTATION DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant de l'Oued Haddad fait partie de l'Oued Mina code (01 34 01). Il draine une superficie de 470 km² à l'extrême Sud de Relizane (Nord-Ouest algérien). Il est situé entre 0° 35' 28'' de longitude Est et entre 35° 33' 52'' de latitude Nord. Il suit une direction SW-NE (figure 01).

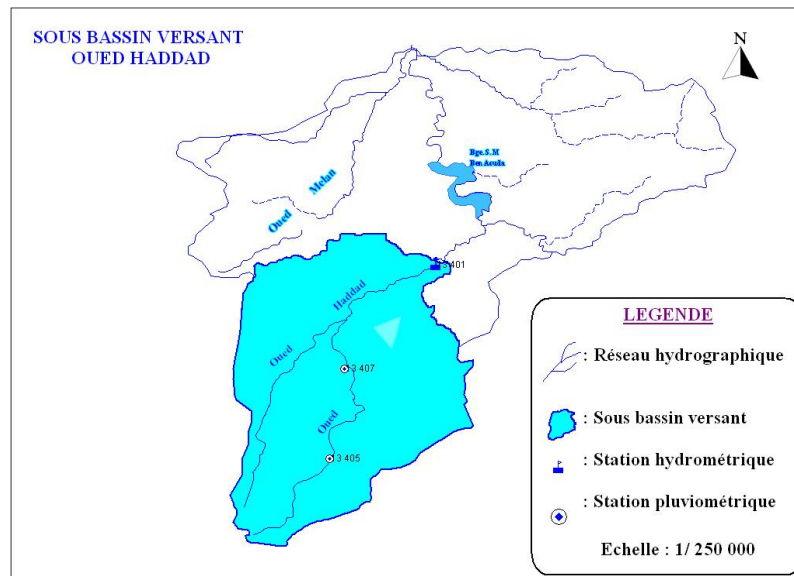


Figure 01 Situation du bassin versant de l'Oued Haddad.

Les principales caractéristiques géomorphologiques du bassin versant de l'Oued Haddad au droit de la station hydrométrique Sidi Abdelkader El Djilali sont présentées dans le tableau 01.

Tableau 01 Caractéristiques géomorphologiques du bassin versant de l'Oued Haddad

Oued	Haddad
Station	Sidi Abdelkader El Djilali
Surface(Km ²)	470
Périmètre B.V(Km ²)	91
Altitude maximale (m)	1160
Altitude minimale (m)	225
Altitude moyenne (m)	575
Longeur du rectangle équivalent (Km)	29,62
Largeur du rectangle équivalent (Km)	15,87
Indice de compacité	1,18
Indice de pente globale	21,50
Densité de drainage (Km)/(Km ²)	2,45
Longeur du cours d'eau principal (Km)	47
Temps de concentration(h)	10,50

Le climat du bassin versant de l'Oued Haddad est de type méditerranéen, caractérisé par une saison humide et une saison sèche. La pluviométrie annuelle est très irrégulière (elle varie de 200 mm/an à 379 mm/an). La pluie moyenne interannuelle est de 245 mm, avec un coefficient de variation de 45 % (Touaïbia et al., 1999).

3. DONNEES ET METHODOLOGIE

Les données sont recueillies auprès des services de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH). Nous disposons deux fichiers :

1/- Un premier fichier comportant une série de 3462 valeurs de la hauteur d'eau, de débit liquide instantané Q_l (m^3/s) et de concentration des sédiments en suspension C (g/l) pour une période de 30 ans allant de 1973/74 au 2001/02.

Concernant les débits liquides (Q_L), ils sont déduits suite à une transformation de lectures de hauteur faites sur une échelle limnimétrique au moyen de courbes d'étalonnage établies par les services de l'Agence nationale des Ressources Hydrauliques. Et, A chaque lecture de hauteur d'eau, on prélève un échantillon d'eau chargée sur la rive de l'oued Hadad au moyen d'un conteneur. Ce qui permet de déduire, la concentration de la charge solide en suspension C_S (g/L). Le débit solide, Q_S (kg/s) est estimé par le produit, $Q_S = C_S \times Q_L$.

Pour tenter de montrer à partir des mesures in situ, la relation entre débits liquides-débits solides, une approche basée sur des statistiques des échantillons a été élaborée. Parmi les méthodes de contrôle des données, on a les méthodes de corrélation-régression.

Le choix du modèle est basé sur la valeur la plus élevée du coefficient de détermination « R^2 » pour l'ensemble des relations de corrélation (annuelles, saisonnières et crues). Ces relations peuvent servir de base pour :

- Le comblement des lacunes d'observation et par suite, l'évaluation des apports solides à différents pas de temps ;
- L'amélioration des paramètres statistiques des séries courtes de débits solides par corrélation avec les séries longues de débits ;
- L'interprétation du phénomène des transports solides.

2/- Un deuxième fichier, comportant les valeurs des débits moyens journaliers. Ces valeurs seront exploitées ensuite pour estimer les apports solides transportés dans l'Oued Haddad.

L'étude est réalisée à partir des données collectées au droit de la station hydrométrique de Sidi Abdelkader El Djilali.

3.1 Relation entre la concentration des sédiments en suspension et le débit liquide

Nous disposons une série de mesure de 3462 valeurs de hauteurs d'eau (H en cm), de débits liquides (Q_L en m^3/s) et de concentration en matières en suspension (C en g/l) ont sélectionnées pour l'établissement du rapport entre la concentration et le débit liquide. Ces données et utilisées pour la quantification du transport solide ont été analysées en vue d'en déterminer leurs fiabilité et validité c'est-à-dire une fois mesurées, les concentrations en matières en suspension sont corrélées aux débits liquides journaliers. La relation entre les deux paramètres (C et Q_L) durant les crues est étudiée de manière qualitative (Benkhaled et Remini, 2003). Le rapport C/Q_L a été soumis à des relations linéaire, logarithmique, polynomiale, puissance et exponentielle. Généralement, les meilleurs résultats sont obtenus par une équation de type: $C = a \times Q_L^b$ avec a et b: coefficients empiriques. La corrélation entre la concentration et le débit liquide c'est de trouver une relation qui lie les deux paramètres. Les résultats sont illustrés dans la figure 02.

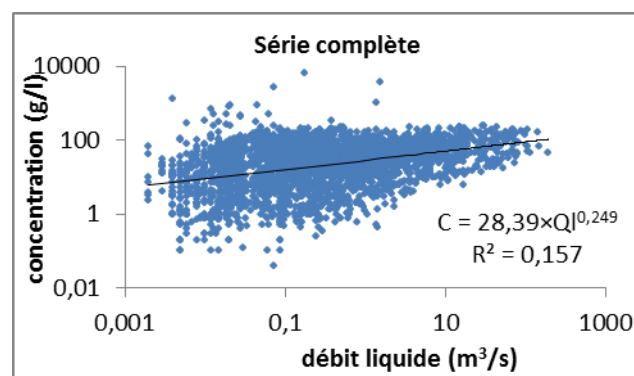


Figure 02 Relation de puissance entre la concentration des sédiments en suspension et le débit liquide dans le bassin versant de l'Oued Haddad pour la série complète (1973/74-2001/02).

La mise en graphe des données de concentration des sédiments en suspension et du débit liquide dans le bassin versant de l'Oued Haddad pour la série complète et pour la période allant du 1973/1974 au 2001/2002 montre une dispersion considérable c'est-à-dire que les points ne sont pas alignés autour de la droite de régression. A partir de cette figure, on peut tirer le coefficient de détermination (R^2) et on déduit le coefficient de corrélation [$R = (R^2)^{1/2}$]. Vu ce coefficient de détermination et de corrélation, on constate, qu'il y a une mauvaise liaison entre les deux grandeurs. Cela signifierait que la mesure des deux paramètres en période de basses eaux est difficile dans ce bassin, contrairement à ce que l'on pense et que dans ce cas, elles sont fortement entachées

d'erreurs. Cette technique reste toujours limitée, car elle ne permet pas une mesure intégrale de la concentration en tout point de la section de mesure c'est-à-dire que pour des raisons techniques, l'échantillonnage se fait en bordure et à une seule profondeur. La corrélation entre la concentration des sédiments en suspension et le débit liquide est obscurcie par les entrées soudaines de sédiments produites par les pluies occasionnelles dans des périodes plus sèches et par les premiers éclats (Benkhaled, 2006 ; Ghenim, 2008 ; Elahcene et Remini, 2009). La première expression est typiquement appliquée aux écoulements d'averses qui se produisent au début de la saison des pluies après une longue période d'étiage. A ce moment-là, les concentrations des sédiments en suspension sont plus élevées que celles mesurées à des débits identiques plus tard dans la saison des pluies.

3.2 Relation entre le débit solide et le débit liquide

Pour ce travail, on a utilisé un fichier comportant la date, l'heure, la hauteur d'eau en cm, le débit liquide en m³/s, la concentration en matière en suspension en g/l et le débit solide en kg/s de chacun des prélèvements effectués. Les résultats sont illustrés dans la figure 03.

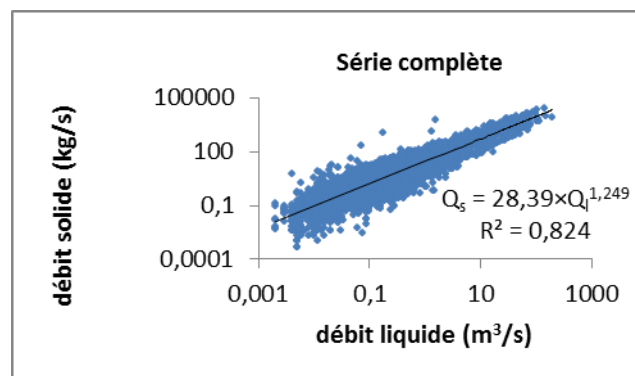


Figure 03 Relation en puissance entre le débit solide et le débit liquide dans le bassin versant de l'Oued Haddad (1973/74-2001/02).

La figure 03 montre que les nuages des points pour la série complète sont bien alignés autour de la droite de régression c'est-à-dire que qu'il y a une corrélation étroite entre le débit solide et le débit liquide. Cette relation en est de la forme : $Q_s = a \times Q_l^b$ avec, a et b sont des coefficients empiriques. Et, le coefficient de corrélation est représentatif. Le modèle en puissance est représentatif pour la relation du débit solide (Q_s) en fonction du débit liquide (Q_L). Ceci, peut s'expliquer par l'effectivité de la relation en puissance. Pour quantifier les apports solides, nous avons utilisé le modèle en puissance à l'échelle interannuelle. Le modèle est de forme : $Q_s = 28,39 \times Q_l^{1,249}$ avec $R = 91\%$. Le calcul se fait sur une période de 22 ans allant du 1980/1981 au 2001/2002. Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 02.

Tableau 02 Apports solides en suspension (A_s , en t) et dégradations spécifiques (A_{ss} , en $t\text{ Km}^{-2}\text{ an}^{-1}$) dans le bassin versant de l'Oued Hadad (1980/81 à 2001/02).

Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Août.	A_s (t)	A_{ss} ($t/\text{km}^2/\text{an}$)
5248	15057	19940	7788	13644	14597	30771	2037	4025	1562	11313	977	126959	272

Le tableau 02 montre que les quantités maximales des sédiments transportés en suspension par l'Oued Haddad s'effectuent entre octobre et mars. On constate que les crues d'hiver et les crues de printemps favorisent le transport des sédiments en suspension car elles sont caractérisées par une forte turbulence, due aux débits extrêmes. Tandis que, les crues d'automne se caractérisent par de fortes concentrations et de faibles débits. La turbulence étant faible, le transport en suspension n'est pas favorisé. L'apport moyen annuel des sédiments enregistré à l'exutoire du bassin versant de l'Oued Haddad est évalué à 126959 tonnes, ce qui correspond à un taux d'abrasion de $272\text{ t}/\text{km}^2/\text{an}$. On notera que cette valeur se situe dans la fourchette des dégradations trouvées pour quelques bassins versants Magrébins.

CONCLUSION

On doit retenir de cette étude qu'il y a une mauvaise corrélation entre la concentration des sédiments en suspension et le débit liquide et qu'il y a une bonne corrélation entre le débit solide et le débit liquide. L'apport moyen annuel des sédiments enregistré à l'exutoire du bassin versant de l'Oued Haddad est évalué à 126959 tonnes, ce qui correspond à un taux d'abrasion de $272\text{ t}/\text{km}^2/\text{an}$. On notera que cette valeur se situe dans la fourchette des dégradations trouvées pour quelques bassins versants Magrébins.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A.N.R.H., Agence Nationale des Ressources Hydriques. Mesures des débits.

Benkhaled, A. et Remini, B., 2003. Variabilité temporelle de la concentration en sédiments et phénomène d'hystérésis dans le bassin de l'Oued Wahrane (Algérie). *Hydrological Sciences Journal*, 48 (2), 243–255.

Benkhaled, A., 2006. Contribution à l'étude du transport solide en suspension, Bassin de oued Ouahrane, Bassin Hydrographique Cheliff-Zarez. Thèse de Doctorat en sciences, Université des sciences et de la technologie Mohamed Boudiaf d'Oran, 175 p.

Bergaoui, M., Camus, H., et Nouvelot, J.F., 1998. Essai de modélisation du transport solide sur les micro-bassins versants de Tebaga (Tunisie Centrale). *Sécheresse*, 9 (1), 51–57.

Demmak, A., 1982. Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie septentrionale. Thèse Docteur Ingénieur, Université de Paris, France.

Elahcene Omar & Remini Boualem, 2009. Corrélation entre la concentration en matières en suspension et le débit liquide dans le bassin versant de oued Bellah (Algérie). *European Journal of Scientific research*. ISSN 1450-216X, Vol. 26, N°1, pp. 139-146.

Elahcene O., Terfous A., Remini B., Ghenaim A., Poulet J.-B., 2013. Etude de la dynamique sédimentaire dans le bassin versant de l'Oued Bellah (Algérie). *Hydrological Sciences Journal*, 58-1, 1-13.

Ghenim, A., Seddini, A., et Terfous, A., 2008. Variation temporelle de la dégradation spécifique du bassin versant de l'oued Mouilah (Nord-Ouest algérien). *Hydrol. Sci. J.*, 53(2), 448-456.

Kattan, Z., Gac, J.Y., et Probst, J.L., 1987. Suspended sediment load and mechanical erosion in the Senegal basin. *Journal of Hydrology*, 92, 59–76.

Probst, J.L. et Amiotte Suchet, P., 1992. Fluvial suspended sediment transport and mechanical erosion in the Maghreb. *Hydrological Sciences Journal*, 37 (6), 621–637.

Terfous, A., Megnounif, A., et 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.

Touaïbia, B., Dautrebande, S., Gomer, D. & Aïdaoui, A., 1999. Approche quantitative de l'érosion hydrique à différentes échelles spatiales : bassin versant de l'Oued Mina. *Hydrol. Sci. J.* 44(6), 973-986.