

## Etude du transport solide à l'estuaire du bassin versant de la Soummam par le logiciel HEC-RAS

El Hadj Mokhtari <sup>1</sup>, Belkacem Merzouk <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Département Hydraulique, Faculté de Technologie, Université de M'sila, B.P. 166, Ichbilia, M'sila, 28000 – Algérie. 0021335332244. E-mails : [hadjmokhtari@gmail.com](mailto:hadjmokhtari@gmail.com) (E.H. Mokhtari), [mbelka01@yahoo.fr](mailto:mbelka01@yahoo.fr) (B. Merzouk)

<sup>2</sup> Laboratoire L3BS, Université A-Mira de Béjaïa, Algérie,

### Résumé

*L'expérience tunisienne de recharge artificielle à partir d'eaux usées traitées a débuté en 1985 au droit de la L'objectif de cette étude est de définir une méthodologie pour la quantification du transport solide dans un tronçon de rivière (Sidi Aich - Béjaïa) du bassin versant de l'Oued Soummam par l'application du logiciel HEC-RAS.*

*Trois fonctions de transport (Ackers-white, Engelund et Laursen) en utilisant la fonction d'évolution du lit sédimentaire d'Exner et la fonction de vitesse de sédimentation de Ruby ont été testées pour différentes crues. Les résultats trouvés ont été comparés avec un autre travail dans la littérature et ceux observés par la station hydrométrique de Sidi Aich (ANRH).*

**Mots clés :** Bassin versant Oued Soummam, Transport solide, HEC-RAS, WMS.

### Study of solid transport in the estuary of the Soummam basin

### Abstract

*The objective of this study is to define a methodology for the quantification of solid transport in a section of river (Sidi Aich - Béjaïa) of the Soummam Wadi basin by the application of HEC-RAS.*

*Three functions of transport (Ackers-white, Engelund and Laursen) by using the function of evolution of the sedimentary bed of Exner and the sedimentation function of Ruby were tested for various risings. The found results were compared with another work in the literature and those observed by the hydrometric station of Sidi-Aich (ANRH).*

**Key Words:** Soummam Wadi basin, Solid transport, HEC-RAS, WMS.

## Introduction

Des millions de tonnes de terre partent chaque année rejoindre la mer via les cours d'eau et une importante quantité va se déposer au fond de nos barrages [1].

L'étude du débit solide des cours d'eau naturels constitue sans doute la branche la plus difficile de domaine d'hydraulique fluviale. Le sujet est vaste et la présente étude traite d'un aspect limité au développement d'un modèle d'évolution sédimentaire d'un segment de rivière [2].

L'objectif de cette étude est l'application du logiciel HECRAS pour la quantification du transport solide dans le bassin versant Soummam en étudiant un tronçon d'une rivière.

## I. Matériel et méthodes

### I.1. Site d'étude

Le bassin versant de la Soummam est l'un des 17 grands bassins hydrologiques de l'Algérie et porte le numéro 15 sur le répertoire de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). Il est situé au Nord-Est du pays entre 3° 60' et 5° 55' de longitude Est et entre 35° 75' et 36° 75' de latitude Nord. Le bassin versant se compose de dix sous-bassins dont les limites sont reportées sur la figure 1. Il a une forme très irrégulière, s'étendant dans la direction NE-SW et vers le SE. Il s'étend sur une superficie de 9125 km<sup>2</sup>, du contrefort des monts du Hodna au Sud à la mer méditerranéenne, le massif du Djurdjura et les chaînes côtières de Bejaïa (monts de Taourirt Ighil et de Toudja) au Nord. A l'Ouest, il est limité par le plateau de Bouira alors qu'à l'Est, il est bordé par les chaînes des Babors et le plateau de Sétif pour former ainsi une cuvette se jetant dans la mer méditerranéenne, au Golf de Bejaïa. Sur le plan limites administratives, ce bassin s'étend sur plusieurs wilayas : La Wilaya de Jijel à l'Est, les Wilaya de Tizi Ouzou et Bouira à l'Ouest et les Wilaya de Bordj Bou Arreridj et Sétif au Sud [3]. Dans cette partie d'étude, on s'intéresse au sous bassin Oued Soummam (1510) d'une superficie de 1061 km<sup>2</sup>.

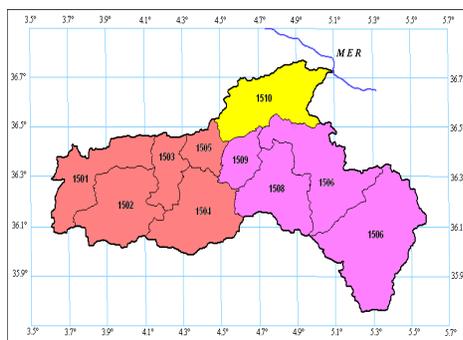


Figure 1. Les grands sous bassins versants de la Soummam [3,4]

### I.2. Matériel

WMS (Watershed Modeling System) : est une plate-forme performante de modélisation hydrologique et hydraulique. Il permet d'automatiser le processus de caractérisation physique des bassins (délimitation, morphométrie,...), le calcul et extraction des données d'entrée pour les modèles à partir des cartes et données d'un SIG (MNT, Occupation du sol, Sols, Images,...).

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) : est un logiciel de modélisation hydraulique pour les cours d'eau développé par des chercheurs américains. Il permet le calcul des écoulements permanents et non permanents dans un réseau de cours d'eau, le calcul de transport des sédiments et l'analyse de la qualité de l'eau et prise en compte du couvert de glace.

### I.3. Données et méthodes

L'étude se base sur les données de mesures instantanées de débits liquides et de concentrations des sédiments en suspension enregistrées au cours des périodes de crues (Mai 1974, Mars 1976, Mars 1980, Décembre 1981, janvier 1982) relevées à la station de Sidi Aich. Ces données sont mesurées et fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). Les débits liquides sont estimés à partir de la courbe de tarage de la station. Le choix de ces séries est motivé par le fait qu'elles sont continues et présentent moins de lacunes par rapport aux autres. De nombreuses études basées

sur des relations empiriques et des études statistiques ont été faites dans ce domaine. La majorité de ces travaux se focalisent sur la relation qui existe entre les débits liquides ( $Q_L$ ) et les débits solides ( $Q_S$ ). Il en résulte une relation de type [5-7]:  $Q_L = a \cdot (Q_S)^b$ . La pente du tronçon de la rivière étudiée (Sidi Aich - Béjaïa) varie de 3.0 ‰ à 0.2 ‰. Pour la simulation des apports solides, on a utilisé le modèle : - *Fonction de transport : Ackers-white - Méthode de tri : Exner 5 - Fall Méthodes de vitesse : Rubis*.

## 2. Résultats

La modélisation d'une rivière nécessite plusieurs étapes, à commencer par l'établissement des profils en travers des rivières qui vont permettre de limiter les différentes sections d'amont en aval. Ces profils doivent être minutieusement réalisés, car la première source d'erreur concernant la modélisation de la rivière est due aux erreurs topographiques des différentes sections [8,9]. Ces profils sont représentés par des coordonnées X-Y, où X est la distance par rapport à un point de référence, et Y est l'élévation correspondante. Le profil des sections de la zone d'étude est donné par la figure 2. Un exemple de profil en travers pour une section est donné par la figure 3. Nous avons projeté 50 sections le long du tronçon d'étude sur une longueur de 45 km (Sidi Aich - Bejaia).

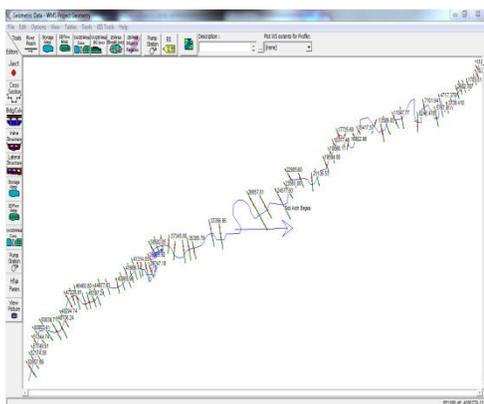


Figure 2. Conception schématique du système d'oued

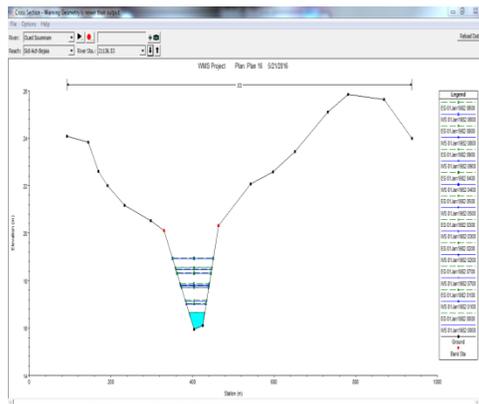


Figure 3. Conception d'une section par HECRAS (X = 136.53)

### 2.1. Les résultats de la simulation

#### Fonction de transport Ackers-white (Janvier 1982)

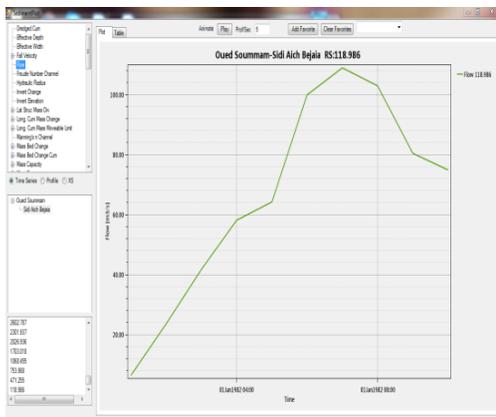


Figure 4. Evolution du  $Q_s$  en fonction du temps

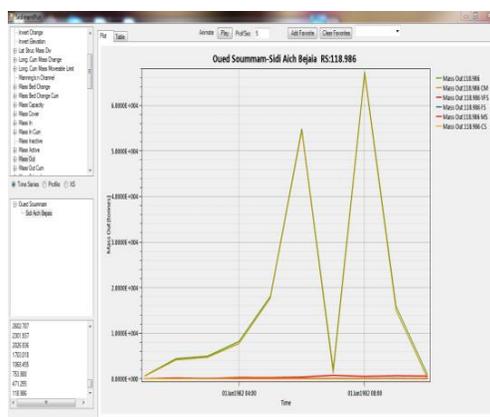


Figure 5. Evolution de la masse en fonction du temps

## 2.2. Comparaison des résultats obtenus

Dans le but de voir la méthode ou le modèle qui est proche des résultats observés par la station hydrométrique de Sidi-Aich (ANRH) [4] et une étude réalisée par Allili et al. [11], sur la quantification du transport solide en utilisant l'étude statistique et la mesure des matières en suspension à l'estuaire de Béjaia pour les quatre saisons, on a utilisé pour :

- Fonction de transport : *Ackers-white, Engelund, et Laursen*.

- La fonction d'évolution du lit sédimentaire : *Exner*

- La fonction de vitesse de sédimentation : *Ruby*.

D'après les résultats obtenus, on constate que les résultats trouvés ne sont pas compatibles avec ceux de l'ANRH. Ceci est du probable au fait que la station hydrométrique se trouve à Sidi-Aich, à une cinquantaine de kilomètres de l'estuaire, et que nos résultats ne représentent pas une saison complète.

## Conclusion

Le logiciel HEC-RAS utilise trois formules (une fonction de transport, une fonction d'évolution du lit sédimentaire et une fonction de vitesse de sédimentation) pour quantification du transport solide. En comparant les résultats obtenus, on constate que le transport des sédiments est fortement dépendant de la fonction du transport utilisée, et l'apport solide simulé est supérieur à celui mesuré par l'ANRH au niveau de la station hydrométrique de Sidi-Aich qui se trouve à 45 km de l'estuaire. Pour mener bien cette étude, nous devons examiner attentivement le reste des fonctions ainsi que d'autres conditions aux limites (résultats d'érosion du bassin par HEC-HMS) à fin d'aboutir au modèle qui convient bien à notre cas. En conclusion, ce travail est une première étape dans la modélisation du transport solide de l'Oued Soummam en utilisant le logiciel HEC-RAS.

## Références

- [1] B. Touaibia, Erosion - Transport solide - Envasement de barrage. Cas du Bassin Versant de la Mina dans la Wilaya de Relizane. Thèse de Doctorat d'Etat en Aménagement Hydraulique, Institut National Agronomique Alger, 2000.
- [2] M. Meddi, Contribution à l'étude du transport solide en Algérie du Nord, Larhyss Journal, 24 (2015) 315-336.
- [3] N. Benhamiche, L. Sahi, S. Tahar, H. Bir, K. Madani, B. Laignel, Spatial and temporal variability of groundwater quality of an Algerian aquifer: The case of Soummam Wadi, Hydrological Sciences Journal, 61 (2016) 775 – 792.
- [4] Agence Nationale des ressources hydriques (ANRH), Données pluviométriques et hydrométriques du bassin Soummam, Documents internes. Ministère des ressources en eau, Alger, 2010.
- [5] A. Demmak, Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie Septentrionale. Thèse de Docteur- Ingénieur, Université Paris 6, 1982.
- [6] A. Guidoum Azeddine, Etude hydrologique du bassin versant d'oued Chemorah à la station de Chemorah W. de Batna, Est Algérien, Mémoire de magister, Université de Batna, 2004.
- [7] I. Touaibia, A.N. Ghenim, Estimation du biais du modèle régressif puissance "concentration-debit": cas du bassin versant du K'sob, Revue scientifique et Technique, LJEE N°19 (2011), 116-126.
- [8] A. Casas, G. Benito, V.R. Thorndycraft, M. Rico, The topographic data source of digital terrain models as a key element in the accuracy of hydraulic flood modeling, *Earth Surface Processes and Landforms*, 31 (4) (2006) 444-456.
- [9] US Army Corps of Engineers (USACE), HEC-RAS River Analysis System User's Manual Version 4.1. US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center, 609 Second Street, Davis, CA 95616 USA, 2010.
- [10] Ch. Allili, B. Laignel, N. Adjeroud, H. Bir, K. Madani, Particulate Flow at the Mouth of the Soummam Watershed (Algeria), *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 35 (1) (2015) 204 – 211.