# A RATING-CURVE METHOD FOR DETERMINING SPECIFIC SUSPENDED SEDIMENT YIELDIN THE CATCHMENT AREA OF SIDI BEL ABBES (ALGERIA)

HAYET MADANI CHERIF<sup>1</sup>, ABDEREZZAK BOUANNANI<sup>2</sup> and BAGHDADI BOUKERMA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Hydrology and Water Resources Management (HYDRE), Department of Hydraulic, Faculty of Architecture and Civil Engineering, University of Sciences and Technology of Oran, PO Box 1505, El-M'Naouer, Oran 31000, ALGERIA.

E-mail: madcherhay@yahoo.fr

#### **Abstract**

The estimation of sediment transport has aroused our interest in this work, because they are a liability to the conservation of the ecological environment and protection of hydraulic structures against siltation sediments. The adopted methodology consists to establish a regressive model being able to explain the relation water discharge-sediment discharge, and the exponential model represents a good correlation in our work. And finally, the mean annual suspended sediment load in the catchment area of the plain of Sidi Bel Abbès is in order to 114452 tonnes which represents specific suspended sediment yield that is about 38 t km<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup>, and that will be considered source of the silting of the Sarno dam.

Keywords: Erosion, liquiddischarge, Concentration, Modelling, Algeria.

## 1. INTRODUCTION

Une grande partie des travaux sur la dégradation spécifique a été effectuée à partir des méthodes empiriques qui donnent une estimation de l'érosion qui s'avère en réalité surestimées ou sous-estimées.

Ces formules empiriques ont été utilisées par plusieurs chercheurs [1] et bureaux d'études [2] pour quantifier l'érosion. Ces formules impliquent des paramètres explicatifs sous forme de relation sans tenir compte de processus et des récurrences spatiales et temporelles qui régissent le fonctionnement hydro-sédimentaire [3]. Cet état de fait a conduit à proposer des modèles de prévision générale et/ou des modèles particuliers (propre à un bassin versant donné) [4].

Notre travail s'intègre dans la deuxième catégorie de modèles, qui sera utilisée pour développer un modèle spécifique au bassin versant de Sidi Bel Abbès drainé par le cours d'eau principal oued Mekerra, moyennant des mesures in situ, du débit liquide et concentrations des sédiments en suspension instantanées afin d'évaluer le volume des sédiments transportés, d'analyser l'évolution de la concentration des sédiments en fonction du débit liquide, et de déterminer la dégradation spécifique et le taux d'envasement dans le barrage de Sarno. Les modèles statistiques trouvés, seront employés également pour combler les lacunes dues au manque des données de mesure et pour prolonger la série existante.

#### 2. PRESENTATION DU BASSIN D'ETUDE

Le bassin versant de la plaine de Sidi Bel Abbès occupe une partie très importante du grand bassin versant de la Macta, il est limité par le sous bassin de oued El Mebtouh au Nord, par le sous bassin de l'oued Mekerra moyen au Sud, à l'Est par les sous bassins de l'oued Louza et oued Melrhir, et à l'Ouest par le bassin versant Côtier Oranais (Fig.1).

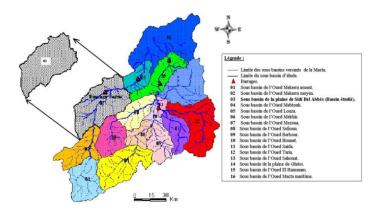


Fig. 1 :Localisation du sous bassin versant de Sidi Bel Abbès.

Le bassin est drainé par oued Mekerra qui développe un thalweg d'une longueur de 115Km et qui prend sa source dans la zone des hauts plateaux –région de Ras El Ma. Après avoir été encaissé en amont dans les terrasses fluviales où le débordement des eaux hors du lit ne cause aucun dégât considérable, l'oued débouche en aval de Boukhnafis dans la plaine alluviale dont la pente ne dépasse que rarementles 0,2% engendrant des vitesses d'écoulement relativement faibles, causant ainsi des dépôts qui obstruent pratiquement le lit de l'oued.

La position géographique donne à la plaine de Sidi Bel Abbès l'aspect d'une dépression remblayée par des formations Quaternaire et Plio-Quaternaire et est limitée au Nord et à l'Est par des terrains Miocène, Néogène, au Sud par des terrains Jurassiques et Crétacé. On note en général la prédominance des limons, argiles sableuses, des alluvions et conglomérats des terrasses en bordures des oueds, une croûte calcaire principalement en bordures des massifs calcaires, dans le centre et dans la partie nord de la plaine, et des grès à passées argileuses alternant avec quelques niveaux dolomitiques ou calcaires dans le Sud-ouest de la plaine [6].

## 3. DONNEES ET METHODOLOGIE

Les débits liquides instantanés ainsi que les concentrations des sédiments en suspension au niveau de la station hydrométrique Sidi Bel Abbès nous ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique d'Oran (Algérie) [7], de la période allant du 1987/1988 - 2006/2007.

# 4. RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'oued Mekerra est caractérisé comme la plupart des cours d'eau algériens par un régime hydrologique irrégulier

# 4.1. Modélisation statistique du transport des sédiments (Rating Curves)

Pour étudier les réponses du bassin versant aux débits liquides et matières en suspension au cours de l'année hydrologique, nous avons jugé utile de regrouper suivant différentes saisons les valeurs instantanées (prélevées au niveau de la station de Sidi Bel Abbés aux différentes périodes d'étude (1986/87 – 2006/2007) et d'analyser la relation liant les débits liquides aux débits solides en suspension.

Les relations sont établies à partir d'ajustement de droites par la méthode des moindres carrés sur les nuages de points reportés sur une échelle logarithmique (Fig. 2).

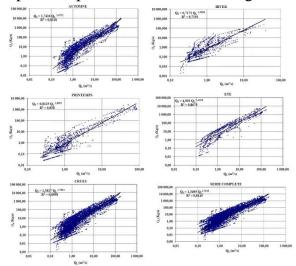


Fig. 2 Relations débits solides-débits liquides dans le sous bassin versant de Sidi Bel Abbès.

Le modèle retenu entre les débits solides-débits liquides est de type puissance :  $Q_S = a.Q_L^b(1)$ 

Où : **a** et **b** sont des paramètres, dont l'exposant b, fonction des caractéristiques physiques, climatiques et hydrologiques du bassin versant considéré. [8].

Les modèles dans leur majorité, expliquent plus de 80% de la variance (Tableau 1).

Tableau 1 Relations Débit solide- Débit liquide

Tableau 1	Relations Debit sonde- Debit fiquide.		
<b>Echelle temporelle</b>	N°d'observation	$\mathbf{R}^2$	Modèle
_		(%)	
Toutela Série	8 243	81	$Q_s = 1,3495 Q_1^{1,/53}$
Automne	3 519	81	$Q_s = 1,7416 Q^{1,671}$ $Q_s = 0,7172 Q^{1,958}$
Hiver	1 148	72	$Q_s = 0.7172 Q^{1.958}$
Printemps	1 195	86	$Q_s = 0.8125 Q^{1.885}$
Eté	841	87	$Q_s = 4,503 Q_1^{1,482}$
Crues	6 703	81	$Q_s = 1.3817 Q_1^{1./56}$

Le taux de la variance expliqué est plus élevé en saison chaude qu'en saison froide. Après une longue saison sèche caractérisée par de fortes températures (été), les pluies provoquent la destruction des agrégats du sol. Le ruissellement déclenché par

ces pluies assure le transport des particules détachées. En plus, en saison chaude, les sols sont très souvent nus ou mal protégés. Cette situation accentue le phénomène érosif du sol en raison des fortes énergies produites par les pluies orageuses et brèves (pluies de fortes intensités), ce qui explique les bonnes relations trouvées pour cette saison. En hiver, où l'évapotranspiration est faible, l'eau interceptée par la végétation est en grande partie restituée au sol par égouttage. Cette partie des précipitations peut donc atteindre le sol après un certain temps, et la quantité d'eau perdue est négligeable. Dans ce cas, le ruissellement est retardé et atténué, ce qui donne un pouvoir érosif limité (des pluies et du ruissellement).

## 4.2. Bilan des apports

Le flux des matières en suspension  $(A_S)$  exporté à l'exutoire pendant un pas de temps séparant deux prélèvements noté  $(t_{j+1}-t_j)$ , est calculé par la formule suivante :

$$A_{S} = \sum_{i=1}^{N} \frac{\left[ (Q_{L(j+1)} \cdot C_{(j+1)}) + (Q_{Lj} \cdot C_{j}) \right]}{2} \cdot (t_{j+1} - t_{j}) (2)$$

Avec :  $C_j$  et  $C_{(j+1)}$  : sont les concentrations relevées aux instants  $t_j$  et  $t_{j+1}$  correspondant respectivement aux débits liquides  $Q_{Lj}$  et  $Q_{L(j+1)}$ .

Le transport en suspension d'oued Mekerra et de ses affluents présente des variations spatio-temporelles considérables. Elles sont dues essentiellement au régime pluviométrique, au couvert végétal et à la lithologie. En général, les variations saisonnières des apports solides suivent celles des apports liquides. La valeur maximale des apports solides s'observe au début d'automne avec une dégradation spécifique de 386 t/km²/an (Fig. 3), par contre la saison d'hiver, enregistre la plus basse dégradation spécifique qui est de 8 t/km²/an.

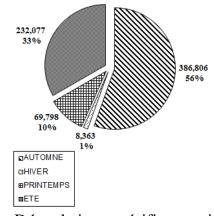


Fig. 3 Dégradations spécifiques saisonnière.

### 5. CONCLUSIONS

Dans ce sous bassin caractérisé par l'irrégularité de la pluviométrie, des hautes eaux et des crues très importantes ; qui sont la conséquence d'un ruissellement intensif des précipitations torrentielles, par un couvert végétal souvent discontinu, l'érosion est très active car c'est le résultat d'un processus de dénudation de sol et qui admet une

signification morphologique et hydrologique, essentiellement sur les pentes fortes et les berges de l'Oued. L'Oued Mekerra à la station de Sidi Bel Abbès présente une dégradation spécifique moyenne d'environ 38 tonnes km<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup>, comparée à la dégradation spécifique d'autres oueds de l'Algérie tels que l'oued Sebdou à 937 tonnes km<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup> [9], oued Ebda à 1875 tonnes km<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup> [10], oued El Haddad avec 2,87 tonnes km<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup> [11], oued El Abd avec 3,47 tonnes km<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup> [12], oued Mouilah 165 tonnes km<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup> [13], oued Mellah avec 373 tonnes km<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup> [14], la dégradation de notre sous bassin versant étudié reste une valeur modérée par rapport au seuil maximal de transport solide en Afrique du Nord supposé de 5000 tonnes km<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup> [15].

Concernant les relations statistiques de forme  $Q_s = f(Q_l)$ , les analyses mettent en évidence le modèle puissance pouvant être utilisé pour obtenir des relations acceptables avec un coefficient de détermination dépassant 80%, sous conditions que les données utilisées soient suffisantes du point de vue statistique et hydrologique (c'est à dire décrivant l'ensemble du régime hydrologique).

#### REFERENCES

- [1] Tixeront J,« Débit solide des cours d'eau en Algérie et en Tunisie », In : GeneralAssembly of Helsinki, 25 July- 5 August 1960, IAHS Publication n° 53 : 26-42.
- [2] Sogréah S, (Société Grenobloise d'études et d'applications hydrauliques, 1969. Etude générale des aires d'assainissement agricole en Algérie. Dossier, Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, Algérie.
- [3] Khanchoul K, « Quantification de l'érosion et des transports solides dans certains bassins versants de l'extrême Nord-est algérien », Thèse de Doctorat d'état en Géologie, 2006.
- [4] Achite M,« Methodology for the computation of normal annual yieldof suspended sediments from rivers: Case of the wadi Abd basin of Northern Algeria » (Ed by Singh, V.P. and Xu, Y.J), Proceedings of the AIH 25th Anniversary Meeting & International Conference « Challenges in Coastal Hydrology and Water Quality », 2006, pp. 175-182.
- [5] Borsali A.H, Bekki A, et Hasnaoui O, Aspect hydrologique des catastrophes naturelles : « inondation, glissement de terrains » Etude de cas : Oued Mékerra (Sidi Bel Abbés) Communiqué du compte rendu des XXIIIème rencontres universitaires de génie civil: Risque et environnement, 2005.
- [6] Sourisseau, « Etude hydrogéologique de la plaine de Sidi Bel Abbès », Ministère des Ressources Hydrauliques, 1975.
- [7] Agence Nationale des Ressources Hydrauliques d'Oran, « Bassin versant de la MACTA », Synthèse Bibliographique inventaire des données, 1996.
- [8] Campbel F.B, etBauder H, « A rating-curve method for determining silt-discharge of stream, EOS Trans », Am. Geophys, Union, 21, 1940, pp. 603-607.
- [9] Walling D.E, «The sediment yields of African rivers », IAHS, Publication n° 144, 1984, pp. 265-283.
- [10] Bouanani A,« Hydrologie, transport solide et modélisation- Etude de quelques sous-bassins de la Tafna (NW-Algérie) ». Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Tlemcen, 2004, Algérie.
- [11] Meddi M, « Etude du transport solide dans le bassin versant de l'oued Ebda (Algérie) », Zeitschriftfür. Geomorphologie.N.F, (43) part 2,1999, pp. 167-183.
- [12] Achite M, Meddi M,« Estimation du transport solide dans le bassin versant de l'oued Haddad (Nord-Ouest algérien) », Sécheresse, 15 (4),2004, pp. 367-373.
- [13] Achite M, Meddi M,« Variabilité spatio-temporelle des apports liquide et solide en zone semi-aride. Cas du bassin versant de l'oued Mina (nord-ouest algérien) », Revue des sciences de l'eau, 18/spécial, 2005, pp. 37-56.
- [14] Ghenim A, Seddini A, Terfous, « A Variation temporelle de la dégradation spécifique du bassin versant de l'Oued Mouilah (nord-ouest Algérien) », Hydrological Sciences Journal, (53), part 2, 2008, pp. 448-456.
- [15] Khanchoul K, Jansson M.B,« Sediment rating curves developed on stage and seasonal means in discharge classes for the Mellah wadi, Algeria». GeografiskaAnnaler, 90 A(3),2008, pp. 227-236.