

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE TRANSPORT SOLIDE ET LA MORPHOLOGIE D'UN COURS D'EAU CAS D'OUED BOUSSELLAM - BARRAGE TICHI-HAF

AMIROUCHE MOKRANE ^a & BENMAMAR SAADIA ^b

^a Laboratoire d'hydraulique appliquée et environnement, Université de Bejaia. Algérie

mok_amirouche@yahoo.fr

^b Laboratoire de recherche sciences de l'eau, Ecole national polytechnique d'Alger. Algérie

saadia.benmamar@enp.edu.dz

Résumé :

Le transport solide et la modification du lit dans les cours d'eau lors des crues perturbent les activités humaines. Ils peuvent favoriser les inondations, menacer les ressources en eau (comblement des retenues) et déstabiliser les ouvrages (ponts, digues). L'objectif de ce travail consiste à simuler le transport solide sur un tronçon d'Oued Boussellam, en utilisant le code Rubar20TS. Ce dernier a été élaboré à partir d'un couplage des équations d'hydrodynamique et celles de transport de sédiments. La simulation numérique constitue une contribution à l'élaboration d'un plan de prévention contre les risques que peut engendrer le transport solide. Les résultats de simulation ont montré une pertinence du modèle portant l'évolution de la forme du lit et de sa composition.

Mots clés : Transport solide, crue, simulation, Ruabr20TS, Oued Boussellam, Modèle de Sain-Venant

1. INTRODUCTION:

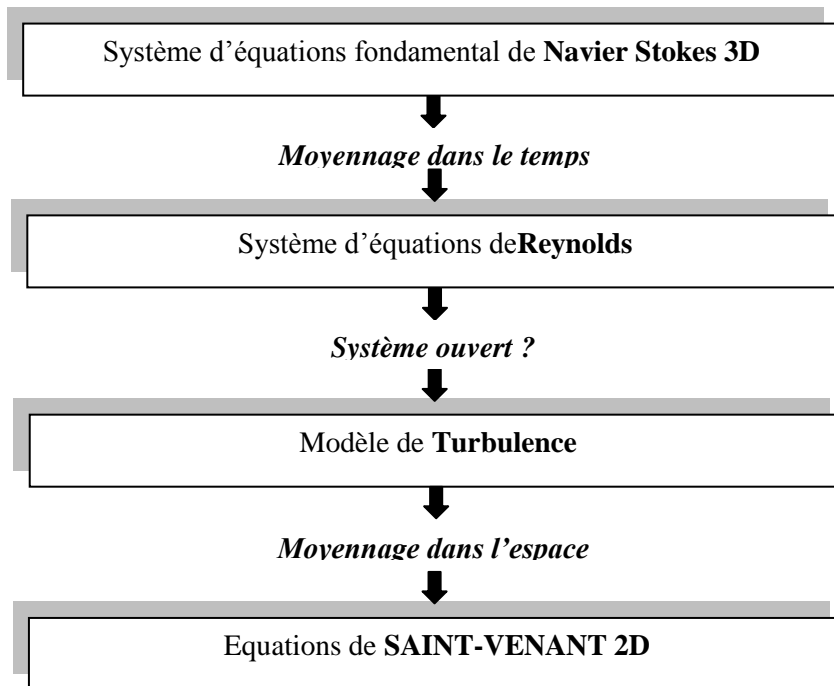
Le transport de sédiments et la modification du lit des cours d'eau lors des crues, constituent un véritable risque qui pourrait menacer les ressources en eau et déstabiliser les ouvrages. L'utilisation des anciennes méthodes de calcul des apports solides, en l'occurrence, les méthodes basées sur l'estimation de l'érosion spécifique au niveau du bassin versant et celles qui fournissent le taux de débit solide en fonction de débit liquide, s'avère insuffisante et suscitait beaucoup de débats et remettait souvent en cause la validité des résultats [2, 4]. Il n'existe cependant pas une méthode universelle permettant de quantifier le taux d'envasement dans les barrages. Notre travail vise à tester un nouvel outil pour estimer le taux de sédiments entraînés par une crue exceptionnelle et de localiser les zones susceptibles d'avoir une érosion ou un dépôt sur un tronçon situé juste à l'aval du barrage Tichi-haf.

2. MODÉLISATION MATHÉMATIQUE DU TRANSPORT SOLIDE :

L'enjeu de toute démarche de modélisation est de lire la réalité du phénomène étudié à travers une grille simplificatrice adaptée [1]. Les équations fondamentales qui décrivent les écoulements de fluides sont dans leur formulation générale très complexes et non linéaires, malgré la restriction à l'étude seulement des écoulements de type newtoniens.

Dans la suite, nous présenterons un organigramme illustrant les étapes à suivre pour obtenir le modèle mathématique de Saint-Venant en partant des équations générales de Navier-

Stokes, auquel est rajoutée une équation de transport afin former le modèle final de transport solide bidimensionnel.[3, 5]



Les équations de Saint-Venant 2D sont exprimées comme suit :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = P \dots\dots\dots (1) \\ \frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{q_x^2}{h} + g \frac{h^2}{2} \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(\frac{q_x q_y}{h} \right)}{\partial y} \dots\dots\dots (2) \\ = -gh \frac{\partial Z}{\partial x} - g \frac{q_x \sqrt{q_x^2 + q_y^2}}{C^2 h^2} + \left(\frac{\partial}{\partial x} \left(Kh \frac{\partial (q_x/h)}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(Kh \frac{\partial (q_x/h)}{\partial y} \right) \right) + F_x(W) + P_x \\ \frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{q_x^2}{h} + g \frac{h^2}{2} \right)}{\partial y} + \frac{\partial \left(\frac{q_x q_y}{h} \right)}{\partial x} \dots\dots\dots (2) \\ = -gh \frac{\partial Z}{\partial y} - g \frac{q_y \sqrt{q_x^2 + q_y^2}}{C^2 h^2} + \left(\frac{\partial}{\partial x} \left(Kh \frac{\partial (q_y/h)}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(Kh \frac{\partial (q_y/h)}{\partial y} \right) \right) + F_y(W) + P_y \dots (3) \end{array} \right.$$

L'apport solide est modélisé selon l'équation générale suivante qui, permet de tenir en compte des matières en suspension et/ou des matériaux charriés.

$$\frac{\partial (C_s h)}{\partial t} + \frac{\partial (C_s h u_s)}{\partial x} + \frac{\partial (C_s h v_s)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial C_s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial C_s}{\partial y} \right) + E - S \dots\dots\dots(4)$$

Il importe de signaler que le système d'équations obtenu contient des termes non linéaires, par conséquent, sa résolution analytiquement se révèle impossible. C'est dans ce contexte que le recours à des méthodes numériques est fortement recommandé.

4. APPLICATION SUR UN TRONÇON D'OUED BOUSSELLAM :

Dans cette application, nous allons tester un nouvel outil, en l'occurrence, le code Rubar20TS pour deux buts principaux :

- estimer le volume des matières solides transitant sur un tronçon d'Oued Boussellam durant une crue exceptionnelle ;
- suivre l'évolution morphologique du tronçon étudié, avec la localisation des zones d'érosion et de dépôt pendant la crue.

4.1. Choix du site

La zone d'étude est située juste à l'amont du barrage de Tichi-Haf pour répondre aux objectifs cités précédemment, elle comporte un tronçon s'étend sur 500 m de longueur.

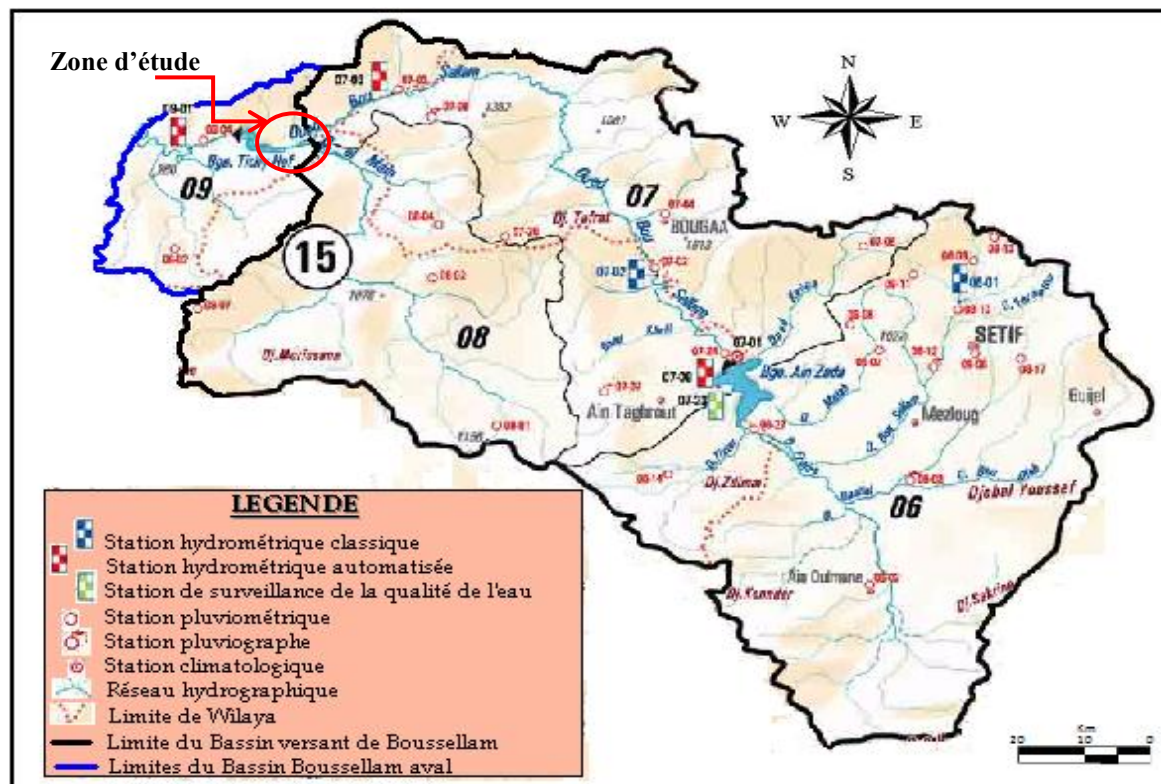


Fig.1 : Représentation de la zone d'étude située sur le bassin de la Soummam

5. INTERPRETATION DES RESULTATS DE SIMULATION :

A la lumière des résultats obtenus, nous avons constaté une grande quantité de sédiments qui débouche dans le barrage (574.107 m^3), et cela justifie clairement des taux d'érosion et de transport assez importants sur le bassin versant.

Par ailleurs, l'alternance des processus d'érosion et de dépôt au cours de la crue a pu modifier significativement la topographie du lit du tronçon étudié. Par conséquent, une nouvelle forme du lit serait marquée à la fin de cet événement (figures 2 et 3).

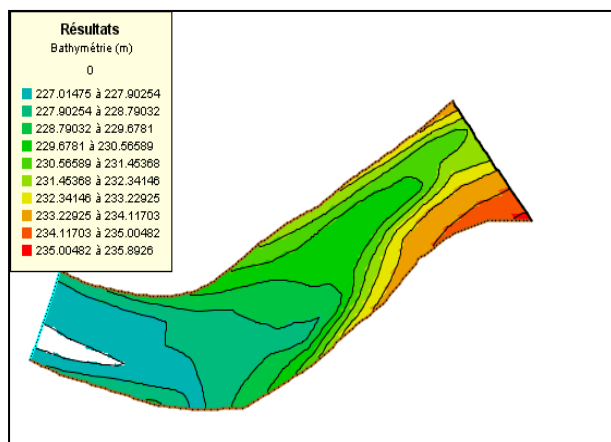


Fig.2 : Bathymétrie avant la crue

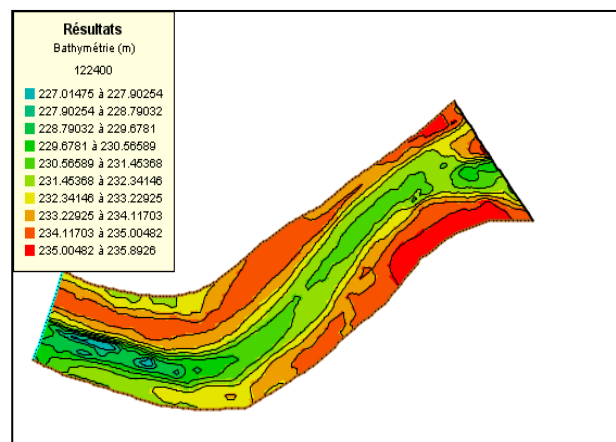


Fig.3 : Bathymétrie après la crue

6. CONCLUSION :

À travers cette étude, nous avons mis en exergue l'intérêt de l'approche numérique dans la résolution des problèmes complexes tel que le transport solide, elle consiste à représenter le système réel dans ses aspects structurel et fonctionnel pour reproduire un scénario (crue) et prédire d'une part, les quantités de sédiments qui arrivent au barrage, d'autre part, s'enquérir de la nouvelle morphologie du site étudié après le passage de la crue. Le travail présenté ici, montre clairement la contribution d'une nouvelle approche qui va développer sans doute, un outil d'aide à la décision afin d'élaborer un plan d'actions pouvant réduire les effets désastreux inhérents au transport solide.

7. BIBLIOGRAPHIE :

- [1] **Balayn, P. (2001).** " Contribution à la modélisation numérique de l'évolution morphologique des cours d'eau aménagés lors de crues." Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard, Lyon 1, 140 pages.
- [2] **Hérouin, E. (1998).** " Capacité de transport sédiments dans les cours d'eau en régime non uniforme." Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard, Lyon, 169 pages.
- [3] **Ider, K. (2004).** " Modélisation hydrodynamique d'un cours d'eau." Mémoire de Magister, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, 90 pages.
- [4] **Ramez, P. (1995).** " Erosion et transport solide en rivière- guide pour la compréhension des phénomènes." Vol. 8, Collection, Etudes Antony, Cemagref, 130 pages.
- [5] **Wu, W. (2007).** "Computational River Hydrodynamics." Edition Taylor and Francis, Philadelphia, 509 pages.