



LA GESTION DES RISQUES D'INONDATIONS ET AMENAGEMENT DES COURS D'EAUX DANS LES ZONES URBAINES: CAS DE LA VILLE DE BECHAR

THE MANAGEMENT OF FLOOD RISK AND DEVELOPMENT OF WATERCOURSES IN URBAN AREAS: CASE OF THE TOWN OF BECHAR

BEKHIRA A.¹, HABI M.¹, MORSLI B.²

¹ Université Aboubekr Belkaid-Tlemcen, Algérie, Laboratoire 60: Valorisation des ressources en eau, BP 230 Tlemcen 13000, Algérie,

² Institut national de la recherche forestière (INRF), Tlemcen, Algérie, INRF, BP 88 Mansourah, Tlemcen 13000

hydraubakh@yahoo.fr

RESUME

Les inondations constituent un phénomène imprévisible, en particulier depuis ces dernières années. La ville de Béchar, située au sud-ouest algérien et caractérisée par un climat sec, a enregistré d'importantes inondations au cours de ces dix dernières années, notamment celles de 2008, 2012 et 2014.

Leurs causes essentielles incombent à l'intensité des précipitations, aux spécificités du bassin versant et à l'étalement urbain de la ville, dont le prolongement sur le long de l'Oued Béchar représente un danger, aussi bien pour la ville que pour sa population.

Il s'avère donc nécessaire d'étudier les risques d'inondation, en vue d'en atténuer l'ampleur et de tempérer les éventuels dégâts que ces inondations pourraient causer.

L'objectif de ce travail consiste en fait en une étude des mécanismes de gestion et de réduction du risque d'inondation dans les zones urbanisées.

Il s'agira d'extraire les hauteurs d'eau sur le long de l'Oued Béchar et à l'intérieur de la ville, en s'appuyant sur le logiciel HECRAS, par le biais d'une modélisation hydraulique, au cours de périodes de retour différentes et conformément à une étude hydrologique préliminaire.

Cette action permet ainsi de définir les zones à risque d'inondation, d'identifier les hauteurs d'eau, au niveau de chaque point inondé, tout en proposant des aménagements de l'Oued Béchar, pouvant être mis en place, en vue d'une véritable protection des riverains contre tout danger d'inondation.

Mots Clés : Risque d'inondation, modélisation HECRAS, bassin versant de l'Oued Béchar, Aménagement hydraulique

ABSTRACT

Flooding is an unpredictable natural phenomenon, especially in recent years. The town of Bechar in the southwest of the Algeria, characterized by a dry climate recorded flooding in these last 10 years, including those of 2008, 2012 and 2014.

Their essential causes lie with the intensity of precipitation, the specificities of the watershed and to sprawl urban city, including the extension along the Wadi Bechar represents a danger, both for the city and its population.

Therefore, it is necessary to study the risk of flooding, to mitigate the magnitude and temper any damage these floods could cause.

The objective of this work is in fact a study of mechanisms of management and reduction of the risk of flooding in urbanized areas.

It will be to extract the water level along the Wadi Bechar and inside the city, relying on the HECRAS software, through a hydraulic modeling, during periods of different back and according to a hydrological study preliminary.

This action allows to define areas at risk of flooding, to identify the water level, at the level of each point flooded, while offering facilities of the Oued Bechar, which can be put in place, for real protection of residents against any danger of flooding.

Key words: Flood risk, HECRAS modeling, watershed of Wadi Bechar, hydraulic development.

INTRODUCTION

Aujourd'hui, le monde assiste à des changements climatiques majeurs dans toutes ses régions (Schmidt, 2013; Hoegh-Guldberg, 2010 ; Choukrani et al., 2018), entraînant des catastrophes naturelles, notamment des inondations dues aux fortes précipitations (Houze, 2010; Walls, 2013; Madsen, 2014).

A travers le monde, les inondations représentent plus de 50 % des catastrophes naturelles et causent en moyenne 20 000 morts par an. En Algérie, les terres sont soumises à des inondations fréquentes dont les conséquences se traduisent par la dégradation des voies de communication, l'inondation des terres agricoles et parfois même l'inondation de certaines agglomérations, entraînant parfois des pertes humaines (Morsli, 2012). En moyenne, on enregistre plus de 30 cas d'inondations par an (Tabet, 2008).

L'Algérie est l'une des régions touchées par de fortes inondations, notamment dans le sud-ouest et plus exactement Béchar, où il a été enregistré des inondations en 2008, 2012 et 2014 causant de graves dommages à la ville et à sa population (Bekhira, 2014).

Le bassin versant de l'Oued Béchar est l'un des plus grands bassins d'Algérie en général, du sud-ouest en particulier et dont la surface est de 6858 km²; il comporte un immense réseau hydrographique (Bekhira, 2018). La pente assez forte de 3.21 m/km et la longueur du cours d'eau principal de 140 km permettent à l'eau de se déplacer rapidement vers la ville (Tc=26.5 heures) (Boulanouar, 2007), provoquant de grandes inondations, lorsque les précipitations sont trop importantes.

Le problème de l'inondation nécessite en fait une étude du bassin versant et un aménagement de l'Oued Béchar, dans une optique de diminution des risques d'inondation de la ville.

Cette étude ainsi que l'aménagement du cours d'eau ont nécessité l'utilisation du logiciel HECRAS qui permet de simuler les inondations à différentes périodes des retours de 25 ans, 50 ans et 100 ans (Yahyaoui, 2012), afin d'extraire les hauteurs d'eau sur le long de l'Oued Béchar et de cartographier le risque d'inondation (Xiong, 2010).

Selon (Ostad, 2015), l'étude des risques des inondations et l'aménagement des cours d'eaux dépendent de l'étude hydraulique sur le logiciel HECRAS.

La simulation nécessite aussi une étude hydrologique préalable permettant d'extraire les débits de pointe des périodes des retours de 25 ans, 50 ans et 100

ans. Nous nous appuyons dans cette étude sur la simulation d'inondation centennale.

De nombreuses études ont été réalisées dans ce contexte dans différentes régions du monde (Halilou, 2011 ; Hafnaoui, 2013; Nezzal, 2015; Quiroga, 2016; Khattak, 2016; Lahsaini, 2018 ; Argaz, 2018).

Après avoir identifié les zones inondables, nous avons procédé à des aménagements de l'Oued Béchar à l'aide de différents aménagements proposés, ces derniers doivent être simulés avec le logiciel HECRAS (Lahsaini, 2018), et les résultats trouvés, comparés à la simulation de l'Oued Béchar.

Ce travail nous a permis d'identifier les zones à risque d'inondation dans la ville de Béchar, en vue d'intervenir à court terme ou à long terme.

MATERIELS ET METHODES

Présentation de la zone d'étude

La région de Béchar est située dans le sud-ouest algérien et occupe une superficie de 164.881 Km², soit 6,77% environ du territoire national (Figure 1).

Du point de vue démographique, la population qui est de 279851 habitants, enregistre un taux d'accroissement global de 2.54% (Kabour, 2011). Cette zone est constituée de terrains géologiques de nature très variée ; elle fait partie de la vieille plateforme saharienne, structurée principalement lors de l'orogénèse hercynienne. Elle est formée d'une gamme des terrains allant du Précambrien jusqu'à l'actuel terrain ; localement, le lit de l'Oued Béchar repose sur des terrains du Carbonifère, parfois du Turonien et du Quaternaire.

Hydrologiquement, l'eau souterraine s'organise en un système qui comprend l'aquifère des Calcaires des Carbonifères, l'aquifère des Grés du Carbonifère, l'aquifère des Calcaires Turonien, de l'Eocène et du Quaternaire.

Le bassin versant de l'Oued Béchar trouve sa position au centre du bassin versant de la Saoura. L'étude morphométrique nous a permis de déterminer les modalités des écoulements superficiels et du régime hydrologique. La pente est assez forte en raison de la différence d'altitude entre l'amont et l'aval du bassin versant (450 m) (Figure 2). L'étude hydrologique a montré que le régime hydrologique des crues est torrentiel en période pluviale. Une dissymétrie existe dans la répartition altimétrique et hydrographique, ce qui entraîne des conséquences sur la stabilité du régime d'écoulement. On distingue des secteurs

montagneux qui présentent des caractéristiques morphométriques favorables à la genèse et à la propagation des crues, des secteurs de piémonts de degré moindre, et des secteurs de plaines qui sont le siège d'une accumulation des dépôts détritiques, où les conditions d'écoulement sont défavorables au stockage des eaux et de ruissellement.

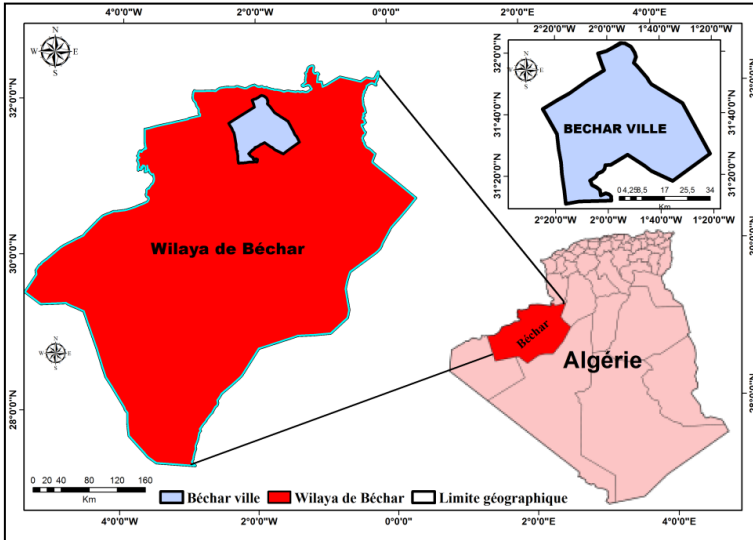


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude

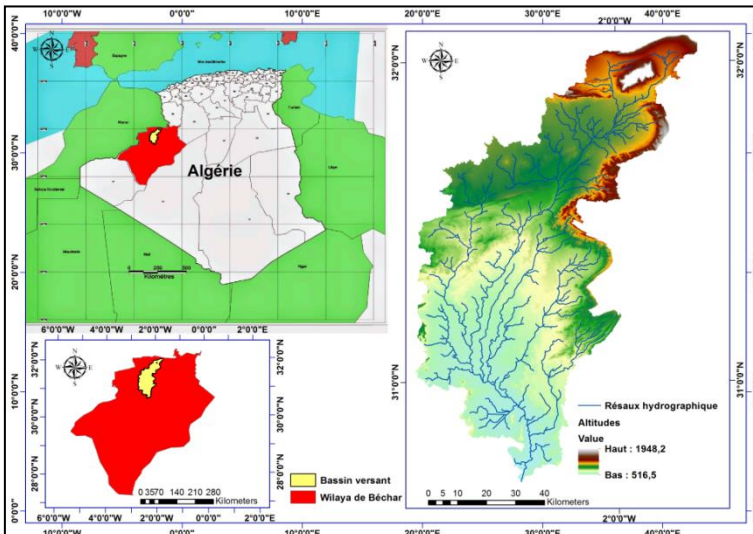


Figure 2 : Morphométrie du bassin versant de l'Oued Béchar

Les analyses des différents paramètres climatiques du bassin versant de l'Oued Béchar (série 1985-2007) nous ont permis de caractériser le climat.

Les valeurs moyennes interannuelles de températures, d'évaporations et de précipitations sont respectivement de l'ordre de 25.97 °C, 1271.32 mm, 109.02 mm et démontrent ainsi que le climat est hyper aride.

Les débits représentés dans le tableau 1 découlent de la disponibilité des données hydrométriques (25 ans) et de l'ajustement de la série des débits maximaux à la loi du Gumbel qui est une distribution couramment utilisée dans l'étude des crues.

Tableau 1 : Les débits des différentes périodes de retour

période de retour T (ans)	100	50	25	5	2
Qp débit de pointe (m ³ /s)	89.4	77.9	66.3	38.3	23.1

Modélisation hydraulique HECRAS

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) est un logiciel intégré pour l'analyse hydraulique qui permet de simuler les écoulements à surface libre. Il a été conçu par le Hydrologic Engineering Centre de l'U.S. Army Corps of Engineers USACE 2010a et 2010b. Il est utilisé dans plusieurs firmes d'ingénierie et organismes gouvernementaux. HEC-RAS est doté d'interfaces conviviales d'édition et de paramétrage des simulations (Yahyaoui, 2012).

HEC-RAS résout les problèmes des écoulements à surface libre permanent ou non-permanent, de calcul de ligne d'eau graduellement varié. Il résout également l'équation de l'énergie unidimensionnelle, les pertes étant évaluées par la formule de frottement au fond de Manning-Strickler et des formules de contraction/expansion de l'écoulement. Pour les situations rapidement variées telles que les ressauts hydrauliques, les écoulements à proximité des ponts et les confluences de rivière, l'équation de l'énergie est remplacée par l'équation de quantité de mouvements. Pour les écoulements débordants, la section totale est divisée en sous sections homogènes, en terme de forme et de rugosité, chaque débit partiel Q_i étant calculé selon la Divided Channel Method et à l'aide de la formule de Manning-Strickler simulations (Yahyaoui, 2012).

Données topographiques requises

Avant d'entamer un aménagement, il est indispensable de procéder à une étude fiable, afin de déterminer les zones à risque d'inondation, et de choisir le type

d'aménagement correspondant au cas déterminé. Ces aménagements répondent souvent à des objectifs légitimes : protéger les terres cultivables des inondations (cas d'OUAKDA) et les habitations (cas du CENTRE VILLE), lutter contre l'érosion des berges (cas du JARDIN PUBLIC et autres endroits des berges de l'Oued Béchar).

La qualité de modélisation hydraulique dépend étroitement de la qualité des données topographiques (Chachoua, 2009). Lorsqu'on utilise un modèle monodimensionnel, on décrit la géométrie par un ensemble de profils en travers, qui doivent être choisis judicieusement de façon à couvrir toutes les particularités de profil en long, à savoir : les contractions et les expansions de l'écoulement et les détails importants de la géométrie. Pour une étude hydraulique à grand échelle, on doit fournir des données topographiques très étendues de résolution fine et de bonne précision (Figure 3). Pour cela, il convient de choisir la méthode de levé topographique qui offre le meilleur rapport entre la qualité exigée par les buts de l'étude d'une part et le coût d'acquisition d'autre part (CASAS, 2006). L'étude hydraulique de crue de l'Oued Béchar s'est appuyée sur la combinaison de deux types de données topographiques :

Carte topographique de l'Oued Béchar

Un levé topographique a été réalisé sur le long de l'Oued Béchar sur une longueur de 17 000 m et une largeur de 300 m (Figure 3).

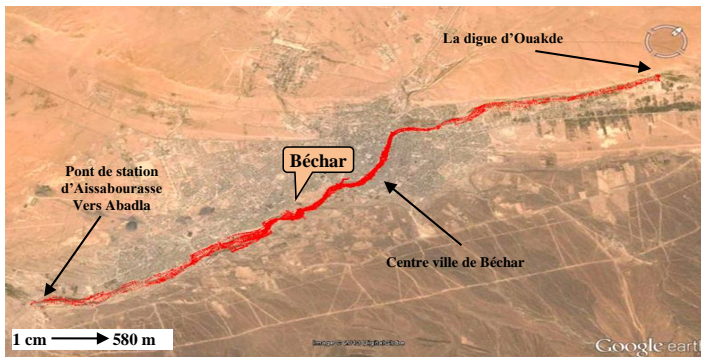


Figure 3 : Carte représentant le levé topographique de l'Oued Béchar

Profil en long et section en travers

Le levé topographique a été effectué par les géomètres d'un bureau d'étude dans le cadre d'une étude hydraulique de l'Oued Béchar. Le profil en long s'étend sur une longueur de 17 000 m et d'un total de 174 sections en travers (Figure 4).

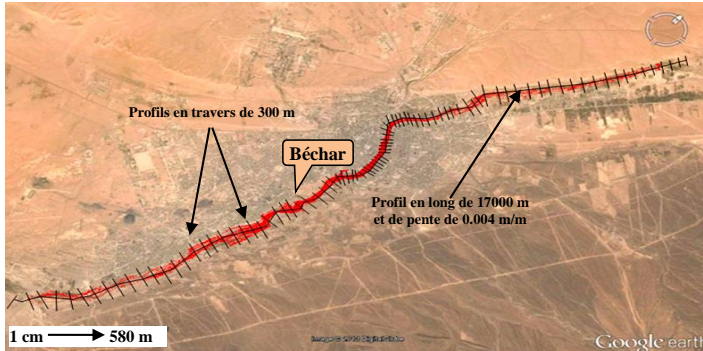


Figure 4 : Carte du tracé des profils en travers et du profil en long par rapport aux lignes de courant, avec extension maximale des profils en travers

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans notre cas, les zones inondables sont généralement des zones urbanisées (Figure 5), car l'urbanisme de la région de Béchar s'étale le long de l'Oued Béchar.

Simulations selon les aménagements proposés

Le but, dans cette étape, est de faire une comparaison entre les sections (profils) de l'Oued Béchar avant et après les aménagements proposés par la simulation, afin de choisir l'aménagement adéquat, d'une manière qualitative et quantitative.

La simulation dans le logiciel HECRAS a été faite en fonction de la géométrie et la rugosité de l'Oued Béchar. Vu sa longueur, il s'avère indispensable de décomposer l'Oued Béchar en trois zones :

- Zone 01 de la digue d'Ouakda au pont Debdaba (Zone en amont de l'Oued Béchar);
- Zone 02 du pont Debdaba au pont Gharassa (Centre de l'Oued Béchar);
- Zone 03 du pont du Gharassa au pont Béchar Djedid (Zone en aval de l'Oued Béchar).

La gestion des risques d'inondations et aménagement des cours d'eaux dans les zones urbaines: Cas de la ville de Bechar.

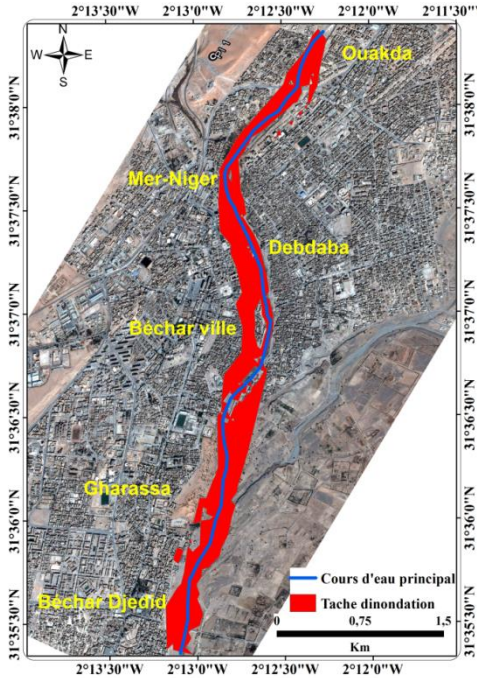


Figure 5 : Tache d'inondation de l'Oued Béchar

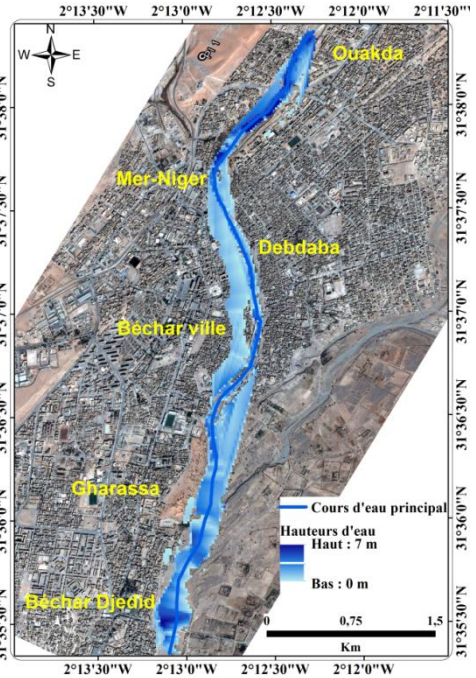


Figure 6 : Carte des hauteurs d'eaux de l'Oued Béchar

Pour chaque zone, on obtient le profil de comparaison suivant:

- Zone 1 port le profil 103: au niveau de la digue d'Ouakda.
- Zone 2 port le profil 69: au niveau de Dehdaba.
- Zone 3 port le profil 25: en amont du pont de Gharassa.

Hauteur d'eau selon l'aménagement en génie civil

Dans ce cas, nous avons simulé un aménagement en génie civil, en béton cyclopienne avec revêtement en ciment lisse ($n=0.012$) sur les berges de l'Oued Béchar, en gardant les aménagements existant au centre de l'Oued Béchar (zone 03). Les résultats obtenus d'après cet aménagement sont représentés sur la figure 7.

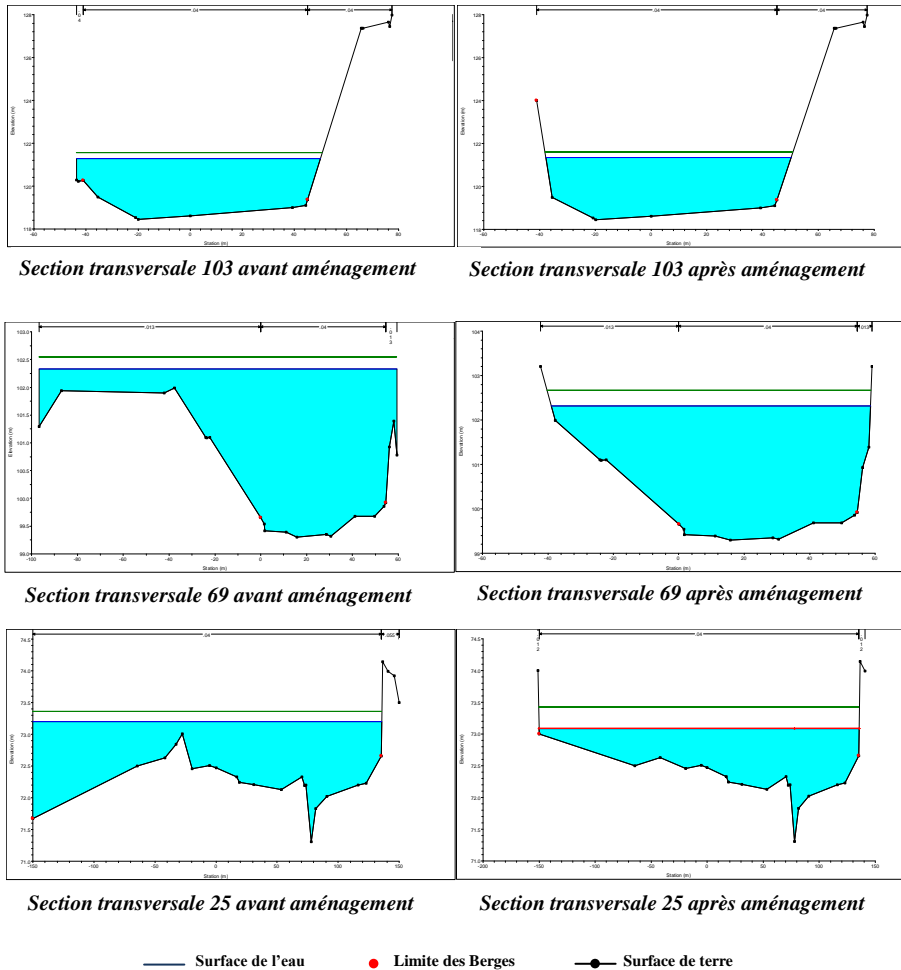


Figure 7 : Comparaison des sections avant et après l'aménagement

Hauteur d'eau après suppression de tous les ponts existants

Dans ce cas, on conserve l'aménagement précédent, avec une suppression de tous les ponts existants dans l'Oued Béchar; les résultats obtenus d'après cet aménagement sont représentés sur la figure 8.

La gestion des risques d'inondations et aménagement des cours d'eaux dans les zones urbaines: Cas de la ville de Bechar.

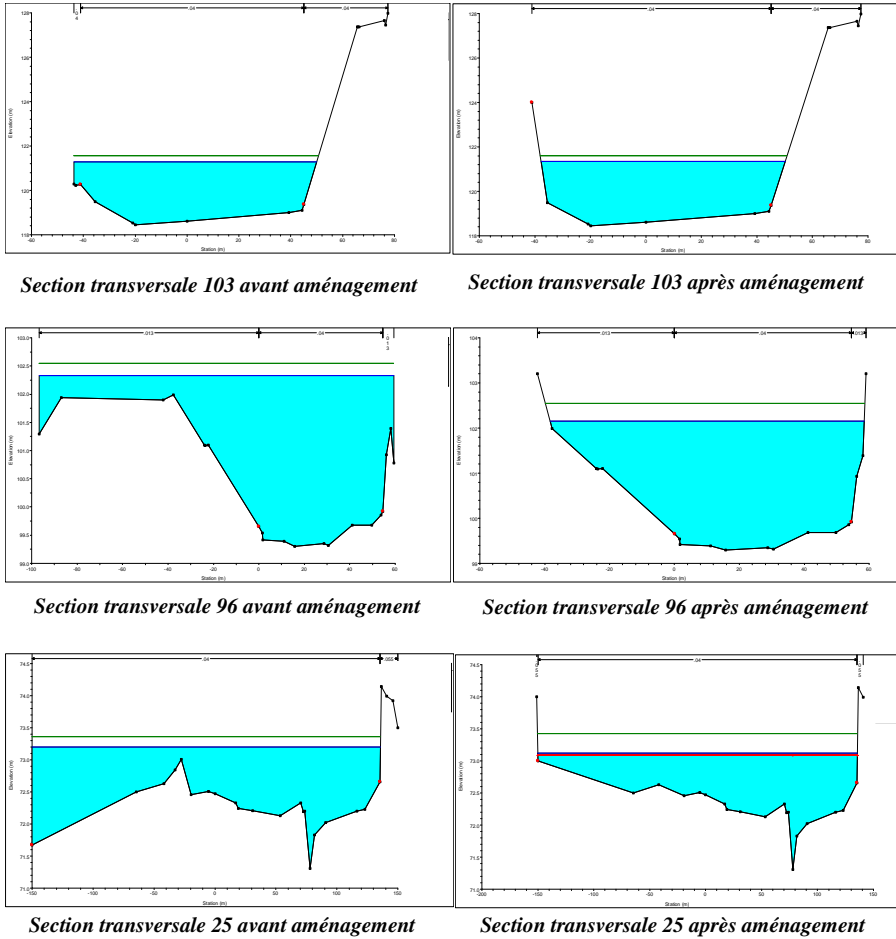
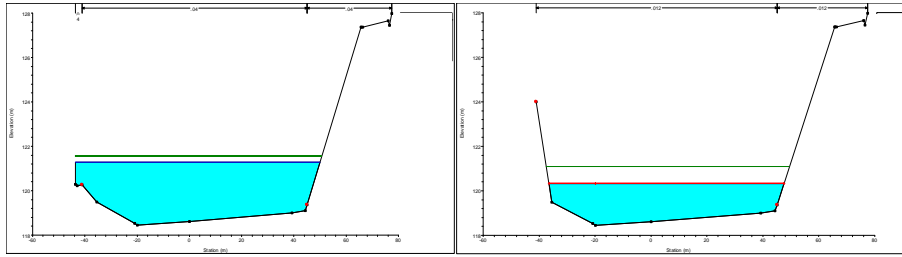


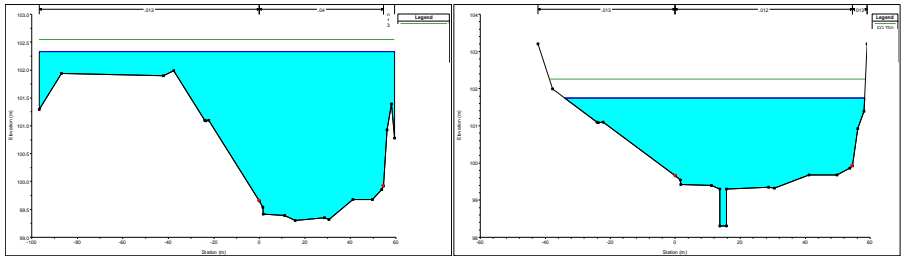
Figure 8 : Comparaison des sections avant et après l'aménagement

Hauteur d'eau selon l'aménagement avec réalisation d'un canal en béton à ciel ouvert

Il s'agit de conserver l'aménagement précédent, avec la réalisation d'un canal rectangulaire en béton à ciel ouvert de 1m x 2m sur le lit de l'Oued Béchar, uniquement au centre-ville de Béchar ; les résultats obtenus d'après cet aménagement sont représentés sur la Figure 9.

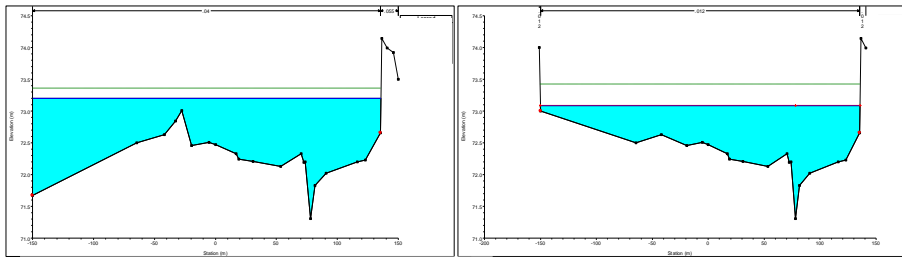


Section transversale 103 avant aménagement. Section transversale 103 après aménagement



Section transversale 96 avant aménagement

Section transversale 96 après aménagement



Section transversale 25 avant aménagement

Section transversale 25 après aménagement

— Surface de l'eau ● Limite des Berges —●— Surface de terre

Figure 9 : Comparaison des sections avant et après l'aménagement

Hauteur d'eau selon l'aménagement en génie végétal

Dans ce cas, on utilise l'aménagement en génie végétal de l'Oued Béchar, et les résultats obtenus sont représentés sur la figure 10.

La gestion des risques d'inondations et aménagement des cours d'eaux dans les zones urbaines: Cas de la ville de Bechar.

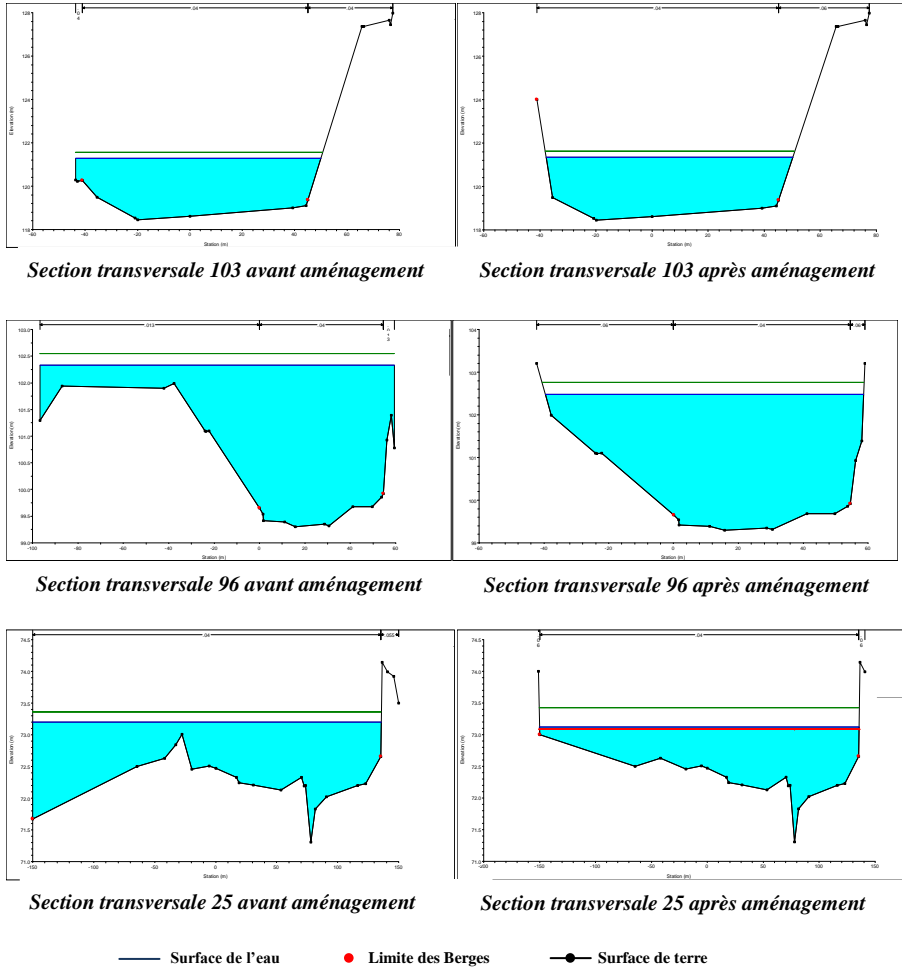


Figure 10 : Comparaison des sections avant et après l'aménagement

Hauteur d'eau selon l'aménagement en gabionnage sur les berges

Nous avons simulé un aménagement en gabionnage sur les berges de l'Oued Béchar, et les résultats obtenus sont représentés sur la figure 11.

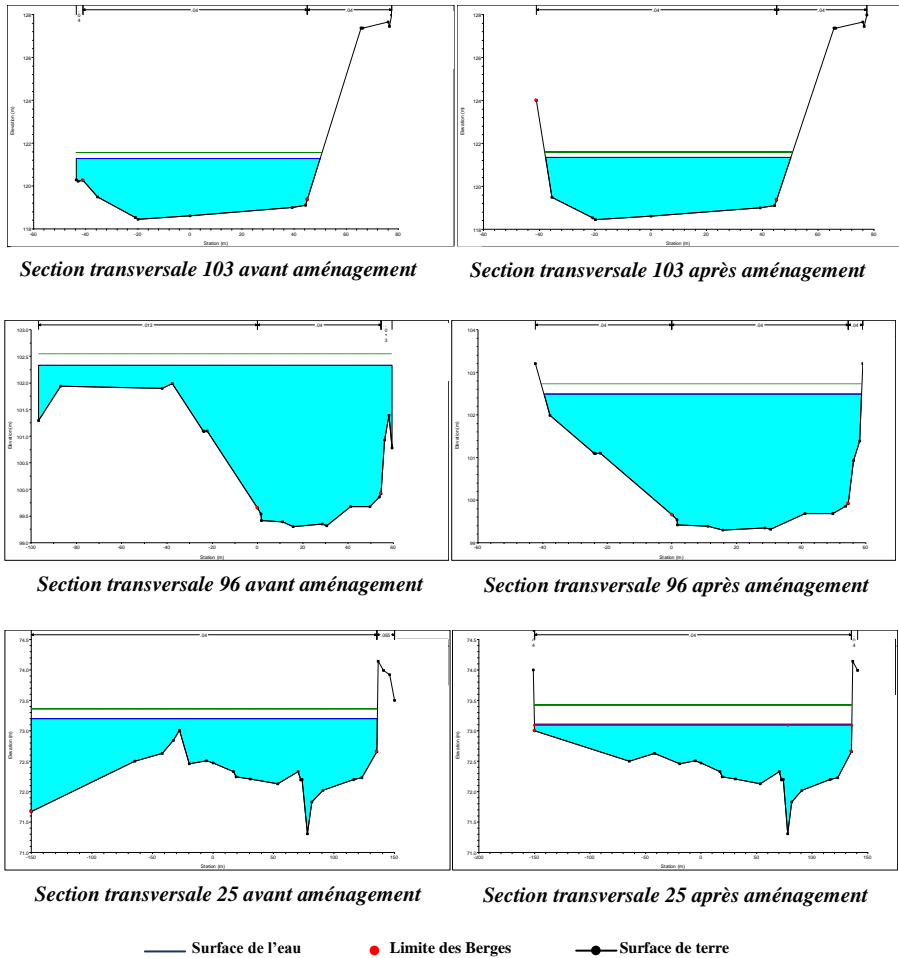


Figure 11 : Comparaison des sections avant et après l'aménagement

Les résultats obtenus selon les différentes simulations sont représentés sur le tableau suivant:

Tableau 2 : Résultats des simulations d'après les aménagements proposés de l'Oued Béchar

	N° de profils	Côte actuel	Côte1	Côte 2	Côte 3	Côte 4	Côte 5
Zone 1	103	121.29	121.34	121.34	120.32	121.35	121.34
Zone 2	69	102.33	102.32	102.15	101.75	102.48	102.49
Zone 3	25	73.20	73.09	73.12	73.09	73.12	73.11

Côte 1 : Côte d'eau de Simulation n°1

A l'issue des résultats obtenus dans le tableau 2 qui résume ceux obtenus suite aux simulations des aménagements proposés, on constate que toutes les simulations d'aménagement ont un minime décalage de quelques centimètres dans la côte d'eau, à l'exception de la simulation d'aménagement 3 (réalisation d'un canal en béton à ciel ouvert) où l'on remarque un décalage important sur la côte d'eau de 1m environ. Ces résultats nous permettent donc d'adopter cette simulation comme support d'aménagement pour l'Oued Béchar.

Des aménagements sont hautement recommandés pour une gestion des risques d'inondations au niveau du cours d'eau de l'Oued Béchar, ainsi qu'un schéma de prévention contre les inondations. Les stratégies de lutte contre les risques d'inondations à Béchar correspondent à un ensemble d'actions : la cartographie du risque d'inondation; la prévision, la surveillance et l'alerte, l'intervention, le secourisme et la réhabilitation.

CONCLUSION

Enfin, ce travail nous a permis de constater que les inondations représentent un énorme risque pour la ville de Béchar. Ce problème doit être traité dans les programmes de planification, en déterminant les zones à risque d'inondation et leur classement en fonction de la hauteur de l'eau de la crue, en vue de réduire les risques d'inondations et par conséquent de minimiser les dégâts tout en protégeant la ville.

Les outils mis en œuvre au cours de ce travail, HEC-RAS, nous ont permis de déterminer les aménagements nécessaires à la lutte contre les crues.

Au niveau local, c'est-à-dire aux abords des biefs de l'Oued Béchar, nous avons proposé des aménagements plus restreints (endiguement, élévation des berges...) pour affronter les crues.

Il serait intéressant à l'avenir, de pouvoir intégrer d'autres profils en travers, en aval, afin de mieux connaître la réaction de notre cours d'eau sur une plus grande surface et d'intégrer également la réaction de l'Oued Béchar, face à des crues extrêmes dans le modèle HEC-RAS.

Avec des données plus précises sur les caractéristiques du débit de l'Oued Béchar (morphologie exacte...), une simulation plus fiable sera élaborée dans les prochaines études.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARGAZ A. (2018). 1Dmodel application for integrated water resources planning and evaluation : Case study of Souss river basin, Morocco, *Larhyss Journal*, n°36, pp.217-229.
- AYARI K., DJEBBI M., CHAKROUN H. (2016). Flood risk mapping of the city of El Bey Medjez by the overflow of the Medjerda, *Larhyss Journal*, n°25, pp. 285-307.
- BEKHIRA A., NEBOU M., MERZOUGI T. (2014). Flood management in the Wadi Bechar watershed: hydrological study and development. Dissertation of Master, University of Bechar, Algeria, 159 p.
- BEKHIRA A., HABI M., MORSLI B. (2018). Hydrological modeling of floods in the Wadi Bechar watershed and evaluation of the climate impact in arid zones (southwest of Algeria), *Applied Water Science*, Vol.8, Issue 6, pp. 1-8, Issn 2190-5487, <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0834-3>.
- BENKHALED A., REZGUI Z., SAKHRAOUI F. (2013). Floods in Abiod Wadi : Analysis of database, *Larhyss Journal*, n°14, pp. 179-191.
- BOULANOUAR S. (2007). Caractérisation hydrologique du bassin versant d'Oued Saoura (Sud Ouest Algérien), Mémoire de master en hydraulique, Université de Béchar, Algérie, 23 p.
- BOULGHOBRA N. (2013). Developing protection plan against the riverine flood risk in urban area : The case of Skikda (Northeast Algeria), *Larhyss Journal*, n°13, pp. 31-45.
- CASAS A., BENITO G., THORNDYCRAFT V.R., RICO M. (2006). The topographic data source of digital terrain models as a key element in the accuracy of hydraulic flood modeling *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol.31, n° 4, pp. 444-456, Doi: 10.1002/esp.1278.
- CHACHOUA A. (2010), Gestion de crue dans un bassin versant étude hydrologique, hydraulique et aménagement, Mémoire de Master Hydraulique, Université d'Aboubakr Belkaid Telemcen, Alger, pp. 41-45.
- Choukrani G., HAMIMSA A., SAIDI M.E.K, BABQIQI A. (2018). Diagnosis and future projection of climate change in arid zone. Case of Marrakech-Safi region (Morocco), *Larhyss Journal*, n°36, pp.59-63.
- FRANCIS J.F, VAVRUS S.J. (2012). Evidence linking Arctic amplification to extreme weather in mid-latitudes, *Geophysical Research Letters*, Vol.39, Issue 6, L06801, pp. 1-6, <https://doi.org/10.1029/2012GL051000>.

- HAFNAOUI M.A., HACHEMI A., BEN SAID M., NOUI A., FEKRAOUI F., MADI M., MGHEZZI A., DJABRI L. (2013). Vulnérabilité aux inondations dans les régions sahariennes - cas de Doucen, *Journal Algérien des Régions Arides*, n° 12, pp. 148-155.
- HALILOU M.A. (2011). Historique et impact des inondations de l'Oued Béchar dans la ville de Béchar, *Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Géographie et Aménagement du Territoire*, Université d'Oran, pp. 06-18.
- HOEGH-GULDBERG O., BRUNO J.F. (2010). The Impact of Climate Change on the World's Marine Ecosystems, *Science*, Vol.328, Issue 5985, pp. 1523-1528, Doi: 10.1126/science.1189930.
- HOUZE JR R.A., RASMUSSEN K.L., MEDINA S., BRODZI K S.R., OMATSCHKE U., Anomalous Atmospheric Events Leading to the Summer 2010 Floods in Pakistan, *American Meteorological Society*, Vol.92, n° 3, pp. 291-298, Doi:10.1175/2010BAMS3173.1.
- KABOUR A., HANI A., MEKKAOUI A., CHEBBAH L. (2011). Evaluation et gestion des ressources hydriques dans une zone aride. Cas de la ville de BECHAR (sud ouest algérien), *Larhyss Journal*, n° 09, pp. 7-19, Issn 1112-3680.
- KHATTAK M.S., ANWAR F., SAEED T.U, SHARIF M., SHERAZ K., AHMED A. (2016). Floodplain Mapping Using HEC-RAS and ArcGIS: A Case Study of Kabul River, *Arabian Journal for Science and Engineering*, Vol.41, Issue 4, pp. 1375-1390, Doi 10.1007/s13369-015-1915-3.
- LAHSAINI M., TABYAOUI H. (2018). Modelisation Hydraulique Mono Dimensionnel Par HEC RAS, Application Sur L'oued Aggay (Ville De Sefrou), *European Scientific Journal*, Vol.14, n° 18, pp. 110-121, Issn: 1857-7881, Doi: 10.19044/esj.2018.v14n18.
- MADSEN H., LAWRENCE D., LANG M., MARTINKOVA M., R.KJELDSENE T. (2014). Review of trend analysis and climate change projections of extreme precipitation and floods in Europe, *Journal of Hydrology*, Vol.519, Issue D, pp. 3634-3650, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.11.003>.
- MORSLI B., HABI M. (2012). Risques d'inondation urbaine: cas d'une agglomération à l'aval de versants argileux terrassés dans l'Ouest algérien, *IRD Éditions*, Marseille, France, 758 p, Doi : 10.4000/books.irdeditions.12419.
- NEZZAL F., BELKEBIR R., BENHAIDA A. (2015). Risque d'inondations dans le bassin versant de l'oued Hamiz (baie d'Alger), *Larhyss Journal*, n° 22, pp. 81-89, Issn 1112-3680.
- OSTAD A.A., SHAYANNEJAD M. (2015), Usage of Rockfill Dams in the HEC-RAS Software for the Purpose of Controlling Floods, *American Journal of Fluid Dynamics*, Vol.5, n° 1, pp. 23-29, Doi:10.5923/j.ajfd.20150501.03.

- QUIROGAA V.M, KUREA S., UDOA K., MANOA A. (2016). Application of 2D numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5, Ribagua, Vol.3, n°1, pp. 25-33, Doi: 10.1016/j.riba.2015.12.001.
- SCHMIDT A., IVANOVA A., SCHÄFER M.S. (2013). Media attention for climate change around the world: A comparative analysis of newspaper coverage in 27 countries, *Global Environmental Change*, Vol.23, Issue 5, pp. 1233-1248, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.07.020>.
- TABET A.M., (2008). *Changement Climatique et Agriculture au Maghreb. Communication, Agriculture et développement rural durables en Méditerranée*, Institut agronomique méditerranéen de Bari.
- VIHMA T. (2014). Effects of Arctic Sea Ice Decline on Weather and Climate: A Review, *Surveys in Geophysics*, Vol.35, Issue 5, pp. 1175-1214, <https://doi.org/10.1007/s10712-014-9284-0>.
- WALLS S.C., BARICHIVICH W.J., BROWN M.E. (2013). Drought, Deluge and Declines: The Impact of Precipitation Extremes on Amphibians in a Changing Climate, *Biology*, Issue 2, pp. 399-418, Doi:10.3390/biology 2010399.
- XIONG Y. (2011). A Dam Break Analysis Using HEC-RAS, *Journal of Water Resource and Protection*, Vol.3, n° 6, pp. 370-379, Doi: 10.4236/jwarp.2011.36047.
- YAHIAOUI A. (2012). *Inondations torrentielles cartographie des zones vulnérables en Algérie du nord (Cas de l'oued Mekerra, wilaya de Sidi bel abbes)*, Thèse de Doctorat en Hydraulique, Ecole Nationale Polytechnique, Blida, Alger, pp. 97-119.