

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique



UNIVERSITE DE M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

Département d'hydraulique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme
MASTER

FILIERE : HYDRAULIQUE

Option : Ouvrages Hydrauliques et aménagement

THEME

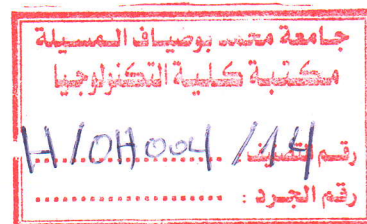
Simulation par le logiciel « HEC-RAS » de l'onde de l'écoulement
due à la rupture d'un ouvrage de retenue collinaire
- Cas de la retenue de Bousberka-
Oued Taga (W. Batna).

Dirigé par :

Mr.M.GHODBANE

Présenté par :

HAMRIT NABILA



Promotion : 2013/2014.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....1

CHAPITRE I

LES ECOULEMENT A SURFACE LIBRE ET

L'ONDE DE RUPTURE D'UN BARRAGE

I.1. Les écoulements à surface libre3

 I.1.1. Introduction 3

 I.1.2. Rappel de quelques notions d'hydraulique 3

 I.1.3. Type D'écoulement..... 9

 I.1.3.1. Variabilité dans le temps 9

 I.1.3.2. Variabilité dans l'espace 9

 I.1.4. Régime D'écoulement 10

I.2. L'Inondation et l'Onde de rupture d'un barrage11

 I.2.1. Introduction 11

 I.2.2. Inondation 11

 I.2.3. Les type des barrages 13

 I.2.3.1. Barrages poids en béton 13

 I.2.3.2. Barrages en remblai 13

 I.2.4. Rupture de barrage 14

 I.2.5. Quelques catastrophes de rupture..... 14

 I.2.6. Onde de submersion d'un barrage..... 15

 I.2.6.1. Modèle de calcul 17

 I.2.7. Débit de rupture 19

 I.2.7.1. Rupture instantanée et graduelle (progressive) 20

I.3. Conclusion22

CHAPITRE II

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.1.ETUDE TOPOGRAPHIQUE	23
II.1.1.Introduction	23
II.1.2.Situation géographique	23
II.1.3.Choix de site de la retenue	23
II.1.4.Caractéristiques géomorphologique du bassin versant	24
II.1.4.1.Caractéristiques de forme	24
II.1.4.2.Indice de compacité de <<GRAVELLIUS >>	25
II.1.4.3.Rectangle équivalent	25
II.1.5.La topographie/relief	26
II.1.6.Le réseau hydrographique	31
II.1.7.Morphométrie	32
II.1.8.Tableau récapitulatif des caractéristiques du bassin versant	34
II.2. ETUDE GEOLOGIQUE	34
II.2.1.Géologie régionale	35
II.2.2.Aperçu hydrogéologique	35
II.2.3.Sismicité du site	35
II.3.ETUDE HYDRO CLIMATOLOGIQUE	35
II.3.1.Données climatologiques	36
II.3.1.1.Températures	36
II.3.1.2.Précipitation	36
II.3.2.Apports liquide	37
II.3.2.1.Estimationde l'apport liquide	37
II.3.3. Etude des débits	40
II.3.3.1.Pluies journalières maximales fréquentielles	40
II.3.3.2. Pluie de courte durée $P_{tcf\%}$	40
II.3.3.3. Le débit maximum (crue de projet)	41
II.3.3.4.L'hydrogramme de crue	42
II.4.CONCLUSION	44

CHAPITRE III

PRESENTATION HEC-RAS

III.1.INTRODUCTION	45
III.2.UN APERÇU RAPIDE DE HEC-RAS	45
III.2.1.TERMINOLOGIE UTILISEE	45
III.2.2.FONCTIONNEMENT DE HEC-RAS	47
III.3.ÉTAPES DE LA MODELISATION (EXEMPLE D'UN ECOULEMENT PERMANENT).....	51
III.3.1.PROJET	51
III.3.2.GEOMETRIE DES SECTIONS	52
III.3.3.DEBITS ET CONDITIONS LIMITES	56
III.3.4.SIMULATION HYDRAULIQUE	57
III.3.5.VISUALISATION DES RESULTATS	58
III.4. MODELISATION D'UN ECOULEMENT NON PERMANENT	59
III.4.1. DEFINITION DE LA GEOMETRIE	59
III.4.1.1.La description du logiciel WMS	59
III.4.1.2. Préparer un modèle conceptuel.....	60
III.4.2. DEFINITION DES CONDITIONS INITIALES	61
III.4.3. DEFINITION DES CONDITIONS AUX LIMITES	62
III.4.4.SIMULATION HYDRAULIQUE	63
III.4.5. VISUALISATION DES RESULTATS	64
III.5.CONCLUSION	65

CHAPITRE IV

APPLICATION SUR LA ZONE D'ETUDE

IV.1.INTOUCTION	66
IV.2.GENERALITE	66
IV.2.1.Caractéristiques du barrage	67
IV.3.BUT DE L'APPLICATION	68
IV.4.PREPARATION DES DONNEES	69
IV.4.1. DONNEES GEOMETRIQUES (créer un modèle conceptuel)	69
IV.4. 2. DONNEES HYDRAULIQUES	73
IV.5. RESULTATS	74
IV.5.1.HYDROGRAMME DE CRUE	75
IV.5.2. LA HAUTEUR MAXIMALE D'EAU	76

Sommaire

IV.5.3.ETUDE DES VITESSES D'ECOULEMENT	82
IV.5.4. VARIATION DE LA HAUTEUR D'EAU EN FONCTION DE DEBIT ET DE TEMPS	83
IV.5.4.1.Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit	83
IV.5.4.2.Variation de la hauteur d'eau en fonction de temps dans les sections	90
IV.5.5. PRESENTATION DU PROFIL D'EAU.....	96
IV.6.CARTE DE LA ZONE D'INONDATION.....	100
IV.7.CONCLUSION	102
CONCLUSION GENERALE.....	103
ANNEXE	
Références bibliographiques	
Résumé	

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Répartition des tranches de surface	26
Tableau II.2 : La classification d'O.R.S.T.O.M pour des bv dont la surface est de l'ordre de 25 km ²	28
Tableau II.3 : Classification d'O.R.S.T.O.M indépendante des surfaces des bassins.....	29
Tableau II.4 : Pour l'obtention du volume $v=Hi Ai$	30
Tableau II.5 : Classification des cours d'eau	32
Tableau II.6 : Tableau récapitulatif des caractéristiques du bassin versant :	34
Tableau II.7 : Les températures extrêmes et la moyenne annuelle.....	36
Tableau II.8 : La répartition mensuelle des précipitations pour notre bv.....	37
Tableau II.9 : Les résultats de L_e et A_P selon les formules empiriques	39
Tableau II.10 : Les valeurs de $P_{jmax f\%}$	40
Tableau II.11 : Les valeurs de $Ptc\%$ pour la station d'Arris	41
Tableau II.12 : Les valeurs des débits maximums	41
Tableau II.13 : Tableau pour l'obtention de l'hydrogramme de crue	43
Tableau IV.1 : Caractéristiques des barrages Bousberka	67
Tableau IV.2 : Relation hauteur - volume.....	68
Tableau IV.3 : Variation de débit maximal dans la rivière.....	75
Tableau IV.4 : Les vitesses maximales au niveau de chaque section	83
Tableau IV.5 : Les valeurs des hauteurs d'eau des sections dans le temps.	96
Tableau IV.6 : Les résultats de calcul HEC-RAS (rupture par crue centennale).....	101

Liste des figures

Figure I.1 : Coupe transversale d'un canal nature.....	5
Figure I.2 : Pression en un point.	6
Figure I.3 : Ligne piézométrique.....	7
Figure I.4 : Ligne de charge et ligne piézométrique.....	8
Figure I.5 : Charge spécifique.	8
Figure I.6 : Schéma représentant les différents régimes d'écoulement.....	10
Figure I.7 : Les différentes formes de la brèche.....	17
Figure I.8 : Abaque $Q_{max}Qb = f(xVv^{1/3}, jK^2)$	18
Figure I.9 : Abaque $V_{max} = f(D_{max}, \text{type de brèche})$	19
Figure II.1 : Situation géographique de la zone d'étude	24
Figure II.2 : Courbe hypsométrique	27
Figure II.3 : L'hydrogramme de crue.....	44
Figure III.1 : Structure des fichiers d'un projet.....	46
Figure III.2 : Fenêtre principale de HEC-RAS.....	47
Figure III.3 : Menu dans HEC-RAS.....	48
Figure III.4 : Barre de bouton dans HEC-RAS.	50
Figure III.5 : Fenêtre New Project.....	51
Figure III.6 : Fenêtre géométrie.....	53
Figure III.7 : Fenêtre cross section.....	54
Figure III.8: Fenêtre Steady Flow Data.....	56
Figure III.9: Fenêtre Steady Flow Analysis.	57
Figure III.10 : Fenêtre Profil d'eau.....	58
Figure III.11 : Fenêtre Profil d'eau 3D.....	59
Figure III.12: Fenêtre géométrie (WMS projet géométrie).	61
Figure III.13 : Fenêtre initial condition.	61
Figure III.14: Fenêtre Boundary condition.....	62
Figure III.15: Fenêtre Unsteady flow simulation	63
Figure III.16 : $h = f(Q)$	64
Figure IV.1 : Position du barrage par rapport à la commune d'Oued Taga.....	67
Figure IV.2 : Les polygones des zones matériaux dans WMS	69
Figure IV.3 : La couverture des zones matériaux dans WMS.	70
Figure IV.4: La couverture des lignes transversales dans WMS.....	70
Figure IV.5 : Les matériaux assignés à la dernière section.....	71

Liste des figures

Figure IV.6 : Les localisations des rives et talweg pour la dernière section.....	71
Figure IV.7: Rivière et sections dans HEC-RAS.....	72
Figure IV.8: Données de la section (144.671) dans HEC-RAS.....	72
Figure IV.9 : Forme de la section (144.671) dans HEC-RAS.	73
Figure IV.10 : Hydrogramme de débit de rupture.	74
Figure IV.11 : Variation du débit maximal avec la distance.	75
Figure IV.12 : La hauteur maximale de la Section 1 (7753.705).....	76
Figure IV.13 : La hauteur maximale de la Section 2 (7080.869).....	77
Figure IV.14 : La hauteur maximale de la Section 3 (6053.613).....	77
Figure IV.15 : La hauteur maximale de la Section 4 (5484.315).....	78
Figure IV.16 : La hauteur maximale de la Section 5 (4710.132).....	78
Figure IV.17 : La hauteur maximale de la Section 6 (4138.126).....	79
Figure IV.18 : La hauteur maximale de la Section 7 (3677.631).....	79
Figure IV.19 : La hauteur maximale de la Section 8 (2868.885).....	80
Figure IV.20 : La hauteur maximale de la Section 9 (2376.632).....	80
Figure IV.21 : La hauteur maximale de la Section 10 (1501.916).....	81
Figure IV.22 : La hauteur maximale de la Section 11 (818.008).....	81
Figure IV.23 : La hauteur maximale de la Section 12(144.671).....	82
Figure IV.24 : Variation de la vitesse maximale avec la distance.	82
Figure IV.25 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit (section 7753.705).....	84
Figure IV.26 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit (section 7080.869).....	84
Figure IV.27 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit (section 6053.613).....	85
Figure IV.28 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit (section 5484.315).....	85
Figure IV.29 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit (section 4710.132).....	86
Figure IV.30 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit (section 4138.126).....	86
Figure IV.31 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit (section 3677.631).....	87
Figure IV.32 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit (section 2868.885).....	87
Figure IV.33 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit (section 2376.632).....	88
Figure IV.34 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit (section 1051.916).....	88
Figure IV.35 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit (section 818.008).	89
Figure IV.36 : Variation de la hauteur d'eau en fonction de débit au niveau de l'aval de la zone d'étude (section 144.671).....	89
Figure IV.37 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 1 dans le temps.	90
Figure IV.38 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 2 dans le temps.	90
Figure IV.39 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 3 dans le temps.	91
Figure IV.40 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 4 dans le temps.	91

Liste des figures

Figure IV.41 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 5 dans le temps.....	92
Figure IV.42 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 6 dans le temps.....	92
Figure IV.43 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 7 dans le temps.....	93
Figure IV.44 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 8 dans le temps.....	93
Figure IV.45 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 9 dans le temps.....	94
Figure IV.46 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 10 dans le temps.....	94
Figure IV.47 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 11 dans le temps.....	95
Figure IV.48 : Variation de la hauteur d'eau dans la section 12 dans le temps.....	95
Figure IV.49 : Profil d'eau après 30 s de la rupture de barrage en 3D.	96
Figure IV.50 : Profil d'eau après 1mn de la rupture de barrage en 3D (Profil maximum).....	97
Figure IV.51 : Profil d'eau après 1.5 mn de la rupture de barrage en 3D.....	97
Figure IV.52 : Profil d'eau après 2mn de la rupture de barrage en 3D.....	98
Figure IV.53 : Profil d'eau après 2.5 mn de la rupture de barrage en 3D.....	98
Figure IV.54 : Profil d'eau après 3mn de la rupture de barrage en 3D.....	99
Figure IV.55 : Variation du profil d'eau dans le temps.	99
Figure IV.56 : Les limites de la zone à risque pour une rupture engendrée par la crue du projet.	100
Figure IV.57 : Carte de l'aléa inondation de la Commune d'Oued Taga.	101

INTRODUCTION GENERALE

Les crues qui sont des phénomènes exceptionnels, naturels ou artificiels se caractérisent par des montées brusques des niveaux d'eau et par des débordements des cours d'eau. L'origine de la montée des eaux peut être due soit à un épisode pluvial sur l'ensemble d'un bassin versant, soit encore à une rupture d'un barrage. Dans ce mémoire nous intéressons tout particulièrement au domaine des ondes induites par la rupture d'un barrage.

Les ruptures des barrages sont des événements très rares .elles peuvent être des différents ordres (problème techniques ; cause naturelles ou causes humaines) et correspondent à une destruction totale ou partielle de l'ouvrages.

A la suite de la rupture d'un barrage, on observe en aval une inondation catastrophique précédée par le déferlement d'une l'onde de submersion à l'origine d'une élévation brutale du niveau de l'eau à l'aval. L'onde de submersion, par sa force intrinsèque, occasionne d'énormes dommages en aval du barrage. Elle est suivie d'une inondation importante, mêlant eau et matériaux issus du barrage, et de l'érosion intense de la vallée.

Il est possible de simuler la rupture d'un barrage et de modéliser l'onde de submersion afin de déterminer quelles seraient les surélévations des niveaux à l'aval du barrage.

Une telle étude est très importante vue la concentration des activités humaines à proximité des fleuves et rivières ce qui nécessite la prise en charge des problèmes posés par les crues induites dans le cas d'une rupture brutale de barrage, pour la sûreté de l'ouvrage et des canaux contre les déformations ainsi que la sécurité des biens et des personnes habitant à l'aval.

À partir de cette étude, on peut dégager un plan de travail constitué de quatre chapitres ordonnés de la manière suivante :

Après une introduction générale, une étude bibliographique sur les écoulements à surface libre et l'onde de rupture d'un barrage feront l'objet du premier chapitre.

Le deuxième chapitre intéresse de la situation géographique retenue collinaire de Bousberka située à la commune d'Oued Taga-Willaya de Batna ; ainsi que les données hydrologiques nécessaire à l'étude.

Le troisième chapitre montre un guide sommaire des logiciels utilisés pour réaliser la simulation (logiciels ; WMS et HEC-RAS utilisé pour le calcul hydraulique).

Résumé

Résumé :

L'estimation des risques de submersion à l'aval du barrage est primordiale afin de protéger les personnes et leurs biens dans ces zones. Ceci passe par la mise en place de la carte de vulnérabilité et le plan d'alerte. Divers outils ont été mis en place pour les élaborer, le plus récent vient de la simulation numérique des équations des écoulements en eaux.

Dans ce travail une simulation de l'onde de l'écoulement due à la rupture d'un ouvrage de retenue collinaire de Bousberka (commune d'Oued Taga Wilaya Batna) réalisée au moyen de logiciel "HEC-RAS". Les résultats des calculs de l'onde de rupture au site de la retenue de Bousberka ont permis d'établir des supports cartographiques indiquant les zones inondables ainsi que les limites du champ d'inondation, éléments d'information très utiles pour les pouvoirs publics et des solutions pour protéger l'agglomération aval.

Abstract :

The estimated risk of flooding downstream of the dam is essential to protect people and property in these areas. This requires the establishment of the vulnerability map and the emergency plan. Various tools have been implemented for developing the latest comes from the numerical simulation of flow equations in water.

In this work a simulation of the wave flow due to the rupture of a retaining structure of Bousberka (Commune d'Oued Taga Wilaya Batna), achieved through software "HEC-RAS". The results of calculations of wave breaking at the site of retaining Bousberka have established very useful maps showing flood supports and limits of flood plains areas, elements of information for governments and solutions to protect downstream agglomeration.

ملخص:

يعد تقدير خطر الفيضانات أسفل السد ضروري لحماية السكان وممتلكاتهم في هذه المناطق، وهذا يتطلب إنشاء خريطة الضعف ومخطط الطوارئ، وقد تم تنفيذ مختلف الطرق اللازمة لتصميمها، الأحداث منها تأتي من المحاكات العددية لمعادلة التدفق في الماء.

في هذا العمل قمنا بمحاكاة لتدفق الموجة الناتجة عن انهيار سد بوسبرقة (بلدية واد الطاقية بولاية باتنة) من خلال برنامج HEC-RAS. النتائج المتحصلة عليها تسمح بإنشاء دعامة خرائطية تحدد المناطق المعرضة لخطر الفيضانات وكذلك حدود السهول الفيضية، معلومات مفيدة للسلطات العامة وحلول لحماية السكان.