



**Ministère de l'enseignement supérieure  
et de la recherche scientifique**

**UNIVERSITE DE M'SILA**

**FACULTE DE TECHNOLOGIE**

**Département de génie civil et d'hydraulique**

**MEMOIRE**

**Présenté pour l'obtention du diplôme  
MASTER**

**FILIERE : HYDRAULIQUE**

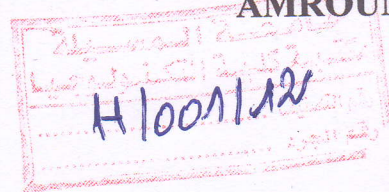
**Option : Ouvrages Hydrauliques et Aménagement**

**THEME**

**Simulation numérique de l'onde de  
rupture d'un barrage**

**Dirigé par :  
Mr. M. HAMIDOU**

**Présenté par :  
AMROUNE SAMI**



**Promotion : 2011/2012.**

# Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>CHAPITRE I : LES ECOULMENT À SURFACE LIBRE ET L'ONDE DE RUPTURE D'UN BARRAGE</b>	
I.1 Les écoulements à surface libre .....	2
I.1.1 Introduction.....	2
I.1.2 Généralités .....	2
I.1.3 Les paramètres géométriques des canaux.....	3
I.1.4 Les paramètres hydrauliques .....	4
I.1.5 Les types d'écoulement à surface libre .....	8
I.1.6 Les différents régimes d'écoulement.....	10
I.2 Onde de rupture d'un barrage .....	11
I.2.1 Introduction.....	11
I.2.2 Types de barrages .....	12
I.2.3 Rupture de barrage.....	13
I.2.4 Causes de rupture des barrages.....	13
I.2.5 Quelques catastrophes de rupture .....	16
I.2.6 Onde de submersion .....	17
I.2.7 Débit de rupture .....	21
I.2.8 Écoulement résultant de la rupture d'un barrage.....	23
I.2.9 Fiabilité des structures hydrauliques.....	23
<b>CHAPITRE II : MODELISATION MATHEMATIQUE</b>	
II.1 Introduction .....	24
II.2 Hypothèse de base .....	24
II.3 Établissement des équations de barré saint venant (1871) .....	25
II.4 Classification des ondes selon les équations de Barré de Saint Venant .....	30
II.5 Célérité d'ondes.....	32
II.6 Ecoulement avec onde.....	32
II.7 Conclusion.....	34
<b>CHAPITRE III : MODELISATION NUMERIQUE</b>	
III.1 Introduction : .....	35
III.2 Méthode des différences finies .....	35
III.3 Les Schéma explicite et implicite .....	36

III.4 Comparaison des schémas implicites et explicites .....	38
III.5 Discrétisation du domaine .....	38
III.5.1 Approximation des dérivées .....	39
III.6 Schéma de Runge kutta d'ordre 4 (RK4) .....	41
III.7 Application de la méthode de RK4 aux équations de Saint venant .....	41
III.8 Conditions initiales et aux limites .....	44
III.9 Conditions initiales et aux limites .....	45
III.10 Condition stabilité du schéma .....	47
III.11 Viscosité artificielle .....	47
III.12 organigramme de calcul .....	48
<b>CHAPITRE IV : APPLICATION NUMERIQUE</b>	
IV.1 Introduction .....	52
IV.2 Validation du modèle .....	52
IV.2.1 Validation pour une onde de rupture d'un barrage à pente nulle .....	52
IV.2.1.1 Cas avec solution analytique .....	52
IV.2.2 Validation pour une onde de rupture d'un barrage à faible pente .....	56
IV.2.3 Validation sur le barrage de Boukerdoune .....	60
IV.2.3.1 Situation géographique du barrage .....	60
IV.2.3.2 Caractéristiques générales du barrage .....	60
IV.2.3.3 Caractéristique du canal .....	60
IV.2.3.4 Débit maximal à l'instant de rupture .....	60
IV.3 Conclusion .....	66
<b>Conclusion générale</b> .....	67
Figure I.17 : écoulement résultant après la rupture .....	33
Figure II. 1 - volumes entrant et sortant d'un domaine élémentaire .....	25
Figure II. 2 - forces extérieures appliquées à un domaine D .....	26
Figure II. 3 Déformation de domaine pendant dt .....	30
Figure II. 4 : front de l'onde cinématique .....	31
Figure II. 5 : amortissement de l'onde diffusive .....	32
Figure II.6 : représentation schématisée des deux valeurs de l'onde (le cas fluvial) .....	33
Figure II.7 : représentation schématisée des deux valeurs de l'onde (le cas fluvial) .....	33
Figure II.8 : représentation schématisée des deux valeurs de l'onde (le cas critique) .....	34
Figure III.1 : Schéma de type explicite .....	37

## *Résumé*

Un modèle numérique, unidimensionnel, instationnaire d'onde de rupture de barrage et sa propagation dans l'aval du barrage, est présenté dans ce travail, pour étudier les phénomènes de rupture de barrage dans les différentes parties dans le canal aval après la rupture. Les équations de continuité et conservation de quantité de mouvement (l'équation de Saint Venant) ont été résolues à l'aide du programme en fortran, basé sur la méthode des différences finis (schéma explicite de Runge kutta d'ordre 4). L'effet de la pente du canal, la crue de rupture du barrage et la zone inondable sont étudiés.

**Mots clés :** Ecoulement instationnaire – Rupture de barrage – Onde de rupture  
Equation de Saint Venant – Runge kutta -Méthodes numériques.

## *Abstract*

A numerical model, one-dimensional unsteady wave of dam failure and its propagation in the downstream of the dam is presented in this work to study the phenomena of dam failure in the deferent duct in the downstream part after the break. The equations of continuity and conservation of momentum (the Saint Venant equations) were solved using the FORTRAN program, based on the method of finite differance, the effect of channel slope, friction and channel width, flood plain approach are studied.