

CEMAGREF de GRENOBLE  
Division Protection Contre les Erosions

# **MODELISATION NUMERIQUE DES ECOULEMENTS DE LAVES TORRENTIELLES**

mémoire rédigé par : Dominique LAIGLE

Recherche subventionnée par le Ministère de l'Environnement

## MODELISATION NUMERIQUE DES ECOULEMENTS DE LAVES TORRENTIELLES

INTRODUCTION :	3
1/ CADRE GENERAL DE LA RECHERCHE SUR LES LAVES TORRENTIELLES	3
1.1/ JUSTIFICATION PRATIQUE ET BUTS DE CETTE ETUDE	4
1.2/ ETAT DES CONNAISSANCES ET PROBLEMATIQUE ACTUELLE	4
1.3/ CADRE DE LA PRESENTE ETUDE	5
2/ MODELISATION DES ECOULEMENTS	7
2.1/ MODELISATION MATHEMATIQUE	7
2.2/ REPRESENTATION GEOMETRIQUE DU CHENAL	9
2.3/ LA MODELISATION NUMERIQUE	9
2.3.1/ Considérations sur le problème de Riemann	9
2.3.2/ Le schéma numérique	10
2.3.3/ Traitement des conditions aux limites	12
2.4/ PRINCIPALES APPROXIMATIONS DU MODELE	12
3/ LOIS DE COMPORTEMENT ET LOIS D'ECOULEMENT DES LAVES TORRENTIELLES	12
3.1/ CONNAISSANCES ACQUISES SUR LES LOIS DE COMPORTEMENT DES LAVES TORRENTIELLES	13
3.1.1/ Le comportement des suspensions naturelles	13
3.1.1.1/ On ajoute des particules non cohésives à de l'eau	13
3.1.1.2/ On ajoute des particules cohésives à de l'eau	13
3.1.1.3/ On ajoute des particules non cohésives à un mélange eau-argile	13
3.1.1.4/ Mélanges de particules non cohésives avec une faible concentration en matériaux argileux	13
3.1.2/ Loi de comportement des laves torrentielles	14
3.2/ LOIS D'ECOULEMENT DES LAVES TORRENTIELLES BOUEUSES	14
3.2.1/ Etablissement théorique d'une loi d'écoulement en régime permanent	14
3.2.1.1/ Similitude	14
3.2.1.2/ Loi d'écoulement théorique	15
3.2.1.3/ Contrainte à la paroi en régime permanent uniforme	16
3.2.2/ Contrainte à la paroi pour des écoulements transitoires	16
4/ VALIDATION DU MODELE	17
4.1/ LES EXPERIENCES DE LABORATOIRE	17
4.1.1/ Le principe des expériences de régime transitoire	17
4.1.2/ Matériau et modèle rhéologique	18
4.1.3/ Le dispositif expérimental	19
4.1.3.1/ Le dispositif hydraulique	20
4.1.3.2/ Le dispositif de mesure	20
4.1.4/ Le déroulement des essais expérimentaux	20
4.1.5/ Les incertitudes expérimentales	21
4.1.6/ Les résultats expérimentaux	21
4.2/ COMPORTEMENT DU MODELE POUR DES ECOULEMENTS A HAUTEUR INITIALE NULLE	22
4.2.1/ Mise sous forme adimensionnelle des équations	22
4.2.2/ Simulation des expériences grâce au modèle numérique	24
4.2.3/ Sensibilité du modèle dans le cadre des essais expérimentaux	24
4.3/ CONFRONTATION ENTRE EXPERIENCES ET SIMULATIONS	26
4.3.1/ Régime permanent	26
4.3.2/ Ecoulements transitoires a hauteur initiale nulle	26
4.3.3/ Ecoulements transitoires à hauteur initiale non nulle	30
5/ PRESENTATION DU MODELE BIDIMENSIONNEL	32
5.1/ LE MODELE MATHEMATIQUE	33
5.2/ LE MODELE NUMERIQUE	33
5.3/ EXPERIENCES PROJETEES POUR VALIDER LE MODELE 2D	34
CONCLUSION	35
POURSUITE DES RECHERCHES	36
REFERENCES	38