

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Boudiaf de M'sila



Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme
MASTER

FILIERE : Hydraulique

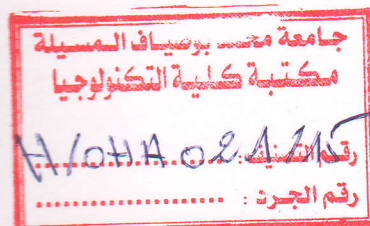
Option : Ouvrages hydraulique et aménagements

THEME

**Etude des infiltrations à travers les fondations
d'un ouvrage de stockage de l'eau par la
méthode des différences finies.**

Dirigé par :

Mr. M. HAMIDOU



Présenté par :

Merdji Saddam

Promotion : 2014/2015.

Sommaire

Introduction générale:	1
------------------------------	---

Chapitre I : Les écoulements Souterrains

Introduction :	2
I.1 Les milieux poreux :	2
I.2 Caractéristiques des milieux poreux :	3
I.3 Physique de l'écoulement en les milieux poreux :	5
I.4 Types d'écoulement :	7
I.5 Généralisation de la loi de Darcy :	8
I.6 Coefficient de perméabilité:	11
I.7 Le réseau d'écoulement :	12
I.8 Les barrages :	15
I.9 Présentation du phénomène d'érosion interne:	21
I.10 Phénomène de Renard	23
I.11 Le débit de fuite :	28

Chapitre II : Étude des écoulements à travers un milieu poreux

Introduction :	29
II.1 Etude mécanique de l'écoulement plan à travers un milieu poreux :	29
II.1.1 Loi fondamentale de l'écoulement :	29
II.1.2 Généralisation de la loi de Darcy	29
II.2 Etude cinématique des écoulements à potentiel de vitesses :	32
II.3 Equation des écoulements dans les aquifères	39
II.4 Les conditions aux limites et initiales :	40
II.5 Les conditions initiales:	40
II.6 Modélisation des écoulements dans les fondations d'un ouvrage étanche :	41

Chapitre III: Méthode des différences finies

Introduction:.....	44
III.1 Discrétisation par la méthode des différences finies:.....	44
III.1.1 Discrétisation du domaine géométrique	44
III.1.1.a. Equation différentielle concernant une fonction d'une variable :.....	44
III.1.1.b. Equation différentielle concernant une fonction de deux variables :	45
III.1.1.c. Les conditions aux limites :	46
III.1.2. Approximation des dérivées partielles :	46
III.1.2.a. Approximation de la dérivée première (maillage régulier) :	47
III.1.2.b. Approximation de la dérivée seconde (maillage régulier) :	48
III.1.2.c. Approximation de la dérivée par rapport au temps :	48
III.1.3. Problème transitoire :	48
III.1.3.a. Les schémas à un pas :	49
III.1.3.b. Le schéma d'Euler explicite :	49
III.1.3.c. Le schéma d'Euler implicite :	49
III.1.4. Convergence et stabilité d'un schéma:	50
III.2 Application au cas de fondation d'une structure perméable :	50
III.2.1. Discrétisation de la géométrie de la fondation :	50
III.2.2. discrétisation du modèle :	52
III.2.3. discrétisation du modèle permanent :	53
III.2.4. Discrétisation du modèle non permanent :	53
III.2.5. Les conditions aux limites et initiales:	54
III.2.6. Test de convergence :	55

Chapitre IV: Applications numériques

Introduction :	56
IV.1. Applications :	56
IV.1.1. Cas d'une structure en béton.....	56
IV.1.2. Cas d'un barrage en terre.....	60
Conclusion générale :	65

Figure III.5 : grille uniforme en temps	49
Figure III.6: Géométrie de domaine	51
Figure III.7: Grille de discrétisation de la fonction h dans le plan (x, y)	52
Figure IV.1: Géométrie d'une structure en béton.	56
Figure IV.2 : Charge hydraulique	57
Figure IV.3 : Vecteur de Vitesse.....	58
Figure IV.4 : Vitesse verticale sur les fondations de la structure.....	58
Figure IV.5: Géométrie d'un barrage en terre.....	60
Figure IV.6 : Charge hydraulique	62
Figure IV.7 : Vecteur de Vitesse.....	62
Figure IV.8: Vitesse verticale sur les fondations de la structure.....	63
Figure IV.9 : Vitesse verticale sur les fondations de la structure cas de barrage étanche.....	63

Général

الملخص

نموذج رقمي طور لهدف معالجة حالة التسريبات عبر هياكل منشآت التخزين غير نفوذه. هذا النموذج يوضح الاختلاف التام للمخطط المقسم لمعادلة الجريان التي تعتمد على قانون "درسي" ومعادلة الاستمرارية لأجل التحقق من فعالية هذا النموذج. قمنا بمحاكاة على المنشآت تخزين المياه التي توضع على هياكل نفوذه النتائج المحصلة عليها استعملت لأجل تحديد التدفقات تحت الهياكل, والتحقق من وجود أو عدم وجود "ظاهرة الثعلب" أسفل المنشأة.

Résumé

Un modèle numérique a été développé dans le but de traiter le cas d'infiltrations à travers les fondations d'un ouvrage de stockage d'eau étanche. Ce modèle consiste en la discrétisation par un schéma de différences finies explicite des équations d'écoulement, qui sont basées sur la loi de Darcy et l'équation de continuité.

Pour tester l'efficacité de ce modèle, des simulations ont été réalisées sur des ouvrages de stockage d'eau qui reposent sur des fondations perméables. Les résultats obtenus ont été exploités pour estimer le débit de fuite et la vérification de la présence ou non du phénomène de Renard à l'aval de l'ouvrage.

Abstract

A numerical model has been developed to treat the case of seepage through the foundation of a sealed water storage facility. This model consists of the discretization by a scheme of explicit finite differences of flow equations, which are based on Darcy's law and the continuity equation.

To test the effectiveness of this model, simulations were performed on water storage structures that rely on permeable foundations. The results have been exploited to estimate the leakage rate and verifying the presence or absence of the Fox phenomenon in the structure downstream.