



Association Française
pour l'Etude des Eaux

DOCUMENT NON SELECTIONNE

NUMERO G 11321

Trop spécialisé
Sans intérêt
Pas de mon domaine
Pas le temps

NOM : Mme PERAHIA
DATE ENVOI : 20 OCT. 1990
DATE RETOUR : _____

66/71428

FICHE D'INDEXAGE

.....
*AUTEURS .LAFOLIE F *

*TYPE .THESE *

*TITRE .Etude numérique de la résolution des équations de *
* *transfert, application à l'irrigation localisée *

*SOURCE .AVIGNON, UNIV *

*DATE .1986 *

*PAGES .200 ENV *

*COTE .G11321 *

Diffusion de l'eau dans le sol. Etude mathématique réalisée à partir d'équations connues en vue de mieux gérer l'irrigation localisée. Essai de calage du modèle sur des résultats expérimentaux. G 11321.

UNIVERSITE D'AVIGNON

THESE

66/71428

présentée pour l'obtention du titre de

DOCTEUR

à

la FACULTE des SCIENCES d'AVIGNON

par

François LAFOLIE

SUJET

ETUDE NUMERIQUE

DE LA

RESOLUTION

DES EQUATIONS DE TRANSFERT :

APPLICATION A L'IRRIGATION LOCALISEE

Soutenu le 22 MAI 1986 devant la Commission d'Examen

MM. B. BLAVOUX

Professeur

Président du Jury

A. CHAMBAREL

Professeur

Rapporteur

R. GUENNELON

Directeur de Recherches

Rapporteur

E. JOLIVET

Directeur de Recherches

Examineur

C. THIRRIOT

Professeur

Examineur

Travail réalisé à la Station de Science du Sol , I.N.R.A. d'AVIGNON

G 1 1 3 2 1

S O M M A I R E

PAGES

INTRODUCTION

CHAPITRE I

INTRODUCTION

I. GENERALITES

- I.1. Les différentes écritures de l'équation de RICHARDS
- I.2. Les différentes conditions aux limites
- I.3. Problèmes posés par la résolution de RICHARDS
 - I.3.1. Non linéarité
 - I.3.2. Convection

II. DISCRETISATION SPATIALE

- II.1. Ordre d'approximation de deux schémas de discrétisation spatiale
 - II.1.1. Notion d'approximation
 - II.1.2. Schéma centré sur trois points
 - II.1.3. Schéma centré sur cinq points
 - II.1.4. Conditions aux limites
 - II.1.5. Résultats numériques et discussion
- II.2. Etude du type de pondération
 - II.2.1. Etude théorique
 - II.2.2. Influence de la pondération sur la solution avec une condition de flux
 - II.2.3. Conclusions

III. INTEGRATION

- III.1. Introduction
- III.2. Rappels sur l'intégration d'un système différentiel
 - III.2.1. Définition de la (ou des) stabilité(s)
 - III.2.2. "Stiffness"
 - III.2.3. Approximant de Padé - A-Stabilité et L-Stabilité
 - III.2.4. Quelques méthodes A-Stables et L-Stables
- III.3. Traitement des non-linéarités
 - III.3.1. Méthodes itératives et problèmes
 - III.3.2. Les Méthodes Prédicteurs-Correcteurs
 - III.3.3. Revue de différents schémas linéarisant l'équation
- III.4. Méthodes d'ordre élevé
 - III.4.1. Les approximants de Norsett
 - III.4.2. Implantation des approximants de Norsett
 - III.4.3. Application à l'équation d'infiltration
 - III.4.4. Conclusions
- III.5. Essai d'utilisation de l'extrapolation de Richardson
 - III.5.1. Définition de l'extrapolation de Richardson
 - III.5.2. Application et Conclusions
- III.6. Utilisation du théorème de Gershgorin pour l'étude de la stabilité des schémas d'intégration. Application à l'équation de Richards
 - III.6.1. Théorème de Gershgorin et application à l'équation de diffusion-convection
 - III.6.2. Applications
 - III.6.3. Essai d'application à l'équation de Richards

- IV. DIFFUSION NUMERIQUE
 - IV.1. Théorie et Rappels
 - IV.2. Résultats numériques

CONCLUSIONS

CHAPITRE II

INTRODUCTION

- I. MISE EN EQUATIONS
 - I.1. Equation générale dans le domaine
 - I.2. Symétries du problème et modification de l'équation
 - I.2.1. Equation dans le cas de la symétrie plane
 - I.2.2. Equation dans le cas de la symétrie cylindrique
 - I.3. Conditions aux limites
- II. REVUE DES MODELES EXISTANTS ET PROBLEMES SOULEVES
- III. RESOLUTIONS DU SYSTEME D'EQUATIONS
 - III.1. Différences finies
 - III.2. Eléments finis
 - III.2.1. Formulation variationnelle et cadre théorique
 - III.2.2. Méthode de Galerkin et introduction des éléments finis
 - III.2.3. Mise en oeuvre pour le problème des transferts en irrigation localisée
 - III.3. Intégration des systèmes
 - III.3.1. Traitement des non-linéarités
 - III.3.2. Contrôle du pas de temps
 - III.3.3. Possibilités du programme
- IV. CARACTERISTIQUES ET METHODES DE RESOLUTION DES SYSTEMES LINEAIRES
 - IV.1. Méthodes directes
 - IV.2. Méthodes itératives
- V. VALIDATION DES PROGRAMMES
 - V.1. Validation numérique en condition de flux
 - V.2. Validation sous charge
- VI. PROPOSITION DE DEUX NOUVELLES METHODES DE TRAITEMENT DE LA CONDITION A LA LIMITE EN SURFACE, POUR LE PROBLEME DE L'IRRIGATION LOCALISEE.
 - VI.1. Quantification de l'erreur d'estimation du flux par un schéma décentré
 - VI.1.1. Sable de Grenoble
 - VI.1.2. Yolo-light Clay
 - VI.2. Première méthode
 - VI.2.1. L'algorithme
 - VI.2.2. Résultats numériques
 - VI.3. Deuxième méthode
 - VI.3.1. Formulation du problème
 - VI.3.2. Convergence et divergence de l'algorithme de recherche de zéro. Saut de maille saturée
 - VI.3.3. Résultats numériques

CONCLUSIONS

CHAPITRE III

INTRODUCTION

- I. PROTOCOLE EXPERIMENTAL ET MESURES
 - I.1. Description du dispositif
 - I.2. Apports d'eau
 - I.3. Mesures de densité
 - I.4. Mesures de conductivité
 - I.5. Mesures effectuées sur chacun des bulbes
- II. PRESENTATION ET ETUDE DES RESULTATS OBTENUS AU TERRAIN
 - II.1. Mesure de densité
 - II.2. Mesures détaillées de zones saturées et humides en surface
 - II.3. Analyse des profils de teneur en eau
 - II.4. Analyse des profils horizontaux de teneur en eau
 - II.5. Conclusions
- III. COMPARAISON DES RESULTATS SIMULES ET EXPERIMENTAUX
 - III.1. Préliminaires à la modélisation
 - III.2. Caractéristiques hydrodynamiques
 - III.2.1. Réflexions sur le modèle de MUALEM, appliqué à notre cas
 - III.2.2. Modifications apportées aux résultats du modèle de MUALEM
 - III.3. Caractéristiques des premières simulations
 - III.4. Comparaison avec les profils expérimentaux
 - III.5. Conclusions et propositions pour une nouvelle modélisation
 - III.5.1. Réflexions
- IV. SIMULATIONS ANISOTROPES ET AVEC UNE VARIABILITE TEMPORELLE DES CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES DE LA COUCHE DE SURFACE
 - IV.1. Détermination de la sorptivité
 - IV.2. Les coefficients d'anisotropie
 - IV.3. Analyse des résultats

CONCLUSION

CONCLUSION GENERALE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

ANNEXES