

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المعهد القومي للعلوم الفلاحية
INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE El Harrach- Alger

THESE

en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques

**LA MICRO-IRRIGATION : DIMENSIONNEMENT ET UNIFORMITE DE
DISTRIBUTION**

Soutenue le : 29 Mai 2003

Par : **ZELLA Lakhdar**

Devant le Jury

- Président : BOUZNAD Z. Pr. INA
- Directeur de thèse : KETTAB A. Pr. ENP
- Examineurs : AIDAOUI A. Pr. INA
ACHOUR B. M.C. Université de Biskra
MOUHOUCHE B. M.C. INA
- Invité : REMINI B. M.C. Université de Blida

Année universitaire : 2002/2003

RESUME

L'efficacité d'un système d'irrigation est appréciée selon le taux d'uniformité de l'apport d'eau à la culture. En raison de cet apport individuel à chaque plant ou rangée de plantation, la microirrigation est potentiellement efficace et les surfaces mises en eau sont relativement très réduites par rapport à celles des autres systèmes. Cette localisation de l'arrosage ajoutée au fractionnement temporaire rend le système de microirrigation très sensible aux variations des apports d'eau réalisés par les goutteurs. Ces fluctuations sont dues essentiellement aux pertes de charge linéaires dans le réseau mais aussi à d'autres paramètres tels la température de l'eau et de l'air, le bouchage et la pente du terrain. Le matériel est supposé conforme aux normes spécifiques.

Le dimensionnement s'impose alors comme condition fondamentale à la garantie de l'uniformité d'arrosage et par conséquent à la maîtrise d'une efficacité relativement élevée sans quoi les avantages de la microirrigation ne peuvent être atteints. Ce dimensionnement est souvent réalisé en utilisant des formules et des méthodes diverses. Les méthodes classiques basées sur des hypothèses simplificatrices (débit constant) aboutissent à des résultats approximatifs en comparaison aux résultats des méthodes récentes qui tiennent compte de la variabilité du débit des goutteurs le long de la rampe. Les différentes approches donnent des écarts très significatifs entre les résultats. A partir des années 1990, les modèles de calcul publiés dans la littérature spécialisée, montrent la complexité des calculs et surtout l'intérêt d'augmenter leur précision. Ces modèles résultent de l'analyse hydraulique approfondie de l'écoulement dans le réseau, basée sur le bilan massique et énergétique d'un élément dx ou d'un volume de contrôle de la conduite de longueur Δx . Le bilan aboutit respectivement à des équations différentielles non linéaires et à des équations algébriques non linéaires dont le débit et la pression sont des inconnues interdépendantes. Ces équations représentent l'assise fondamentale de la plupart des modèles dont les différences résident surtout au niveau de leurs méthodes de résolution. La méthode numérique des éléments finis pour les uns et la méthode CVM pour les autres. En s'appuyant sur une littérature spécialisée et récente, nous avons établi quatre modèles théoriques de simulation de fonctionnement et de dimensionnement de la rampe élargis pour l'ensemble du réseau de microirrigation.

Le premier modèle est une forme améliorée du modèle basé sur l'hypothèse du débit constant et réalisé dans le cadre de l'obtention du diplôme de magister à l'INA, ce modèle appelé DC, s'applique à une rampe horizontale dont les débits des goutteurs sont estimés après

deux approximations successives. Le modèle donne la distribution de la pression et du débit le long de la rampe en fonctionnement.

Le second modèle, CVM relatif à une rampe, basé sur la méthode des volumes de contrôle et le principe du back step, donne la distribution de la pression et des débits des goutteurs avec davantage de précision.

Le troisième modèle, RK relatif à la rampe utilise la méthode numérique d'intégration Runge-Kutta d'ordre 4 et aboutit à des résultats similaires que ceux du modèle précédent.

Le quatrième modèle RS, relatif au réseau réalisé sur la base du modèle CVM offre la possibilité de la distribution du débit total avec l'uniformité désirée et les dimensions voulues.

Tous ces modèles considèrent une rampe munie de goutteurs identiques et équidistants ainsi que des conduites secondaires de diamètre constant et desservant des rampes similaires et équidistantes. Ils permettent d'évaluer l'uniformité de distribution avec une grande précision pour des dimensions données, ce qui offre la possibilité de choix du réseau optimal.

MOTS CLES: microirrigation, dimensionnement, modèle, simulation, uniformité

Table des matières

AVANT-PROPOS	page 3
INTRODUCTION	
- Définition du système de microirrigation.....	5
- Nécessité du dimensionnement.....	5
- Méthodes de dimensionnement.....	5
- Objectifs de l'étude.....	7
I. ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES	
1. Problématique du dimensionnement: variation de la pression et du débit.....	8
1.1. Variation technologique.....	8
1.2. Variation liée au bouchage.....	9
1.3. Variation hydraulique.....	9
1.4. Modèles de dimensionnement des rampes et réseaux de microirrigation	
II. MATERIEL ET METHODES	
1. Matériel.....	16
1.1. Matériel virtuel	
1.1.1. Le goutteur.....	16
1.1.2. La rampe.....	17
1.1.3. La conduite secondaire.....	18
1.1.4. La conduite principale.....	18
1.1.5. Le réseau.....	18
1.2. Matériel expérimental	
1.2.1. Le goutteur.....	19
1.2.2. La rampe.....	19
1.2.3. Outil de calcul	19
2. Méthodes	
2.1. Méthodologie de la modélisation.....	20
2.1.1. Définition du modèle	
2.1.2. Etapes de l'élaboration du modèle.....	20
2.1.3. Précision.....	21
2.1.4. Types de modèles.....	21
2.1.5. Limites des modèles.....	22

2.2. Modèles proposés	
2.2.1. Modèle DC	24
2.2.2. Modèle CVM.....	27
2.2.3. Modèle RK.....	31
2.2.4. Modèle RS.....	35
III. RESULTATS ET DISCUSSIONS	
1. Modèle DC.....	39
1.1. Données d'entrée	
1.2. Distribution de la pression et du débit.....	39
1.3. Rampe télescopique.....	42
1.4. Paramètres de dimensionnement de la rampe (DC).....	43
2. Modèle CVM	
2.1. Etude d'un exemple.....	45
2.2. Comparaison avec les résultats obtenus par d'autres méthodes.....	46
2.3. Détermination du diamètre optimale de la rampe.....	48
2.4. Analyse de la perte de charge.....	50
2.5. Confrontation expérimentale.....	53
3. Modèle RK	
3.1. Données.....	59
3.2. Résultats et comparaison.....	59
4. Modèle RS	
4.1. Dimensionnement d'un réseau asymétrique (cas 1).....	62
4.2. Dimensionnement d'un réseau symétrique (cas 2).....	64
4.3. Dimensionnement d'un réseau en double peigne (cas 3).....	64
4.4. Dimensionnement de réseaux particuliers (cas 4).....	66
CONCLUSION	77
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	80
ANNEXES	83