

# **INSTITUT AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE HASSAN II**

Soutenance de thèse de Doctorat  
**par Madame BOURZIZA Rqia**  
le 28 septembre 2017

## **Modélisation hydraulique de l'irrigation par la technique du goutte à goutte enterré des jeunes palmiers dattiers**

### **Résumé :**

Dans les zones oasiennes, les ressources en eau de surface deviennent de plus en plus rares et les ressources en eau souterraines sont souvent surexploitées et sont de mauvaise qualité vue le degré de salinité élevé. L'économie de l'eau et sa préservation sont devenues par conséquent un impératif pour la durabilité des oasis ; puisque l'activité agricole est entièrement dépendante de l'eau. La menace qui existe déjà aujourd'hui sur l'équilibre du système oasien est significativement accentuée à moyen terme par les changements climatiques qui exerceront un stress supplémentaire sur les ressources naturelles. L'avenir de ces oasis réside dans l'adaptation continue à ces changements. Une des options qui est activement explorée en ce moment concerne l'économie de l'eau et la rigueur dans l'utilisation de la ressource. L'utilisation de l'irrigation localisée est actuellement préconisée pour l'économie de l'eau, cependant son utilisation dans les régions subdésertiques ne met pas l'eau à l'abri de l'évaporation. Une alternative à ce système serait l'utilisation de la technique d'irrigation souterraine, i.e. le goutte à goutte enterré. Cette technique est définie comme étant une application de l'eau sous la surface du sol à travers des émetteurs qui débitent l'eau à des taux généralement similaires à l'irrigation goutte à goutte de surface.

En raison de son potentiel élevé, le goutte à goutte enterré a été récemment introduit au Maroc. Une étude de ce système est nécessaire pour les conditions locales, puisque les performances du goutte à goutte enterré, selon plusieurs travaux de recherche, diffèrent selon les conditions climatiques, pédologiques et culturales, en plus des lacunes de connaissances au niveau du terrain concernant la distribution de l'eau, à partir d'une source enfouie, dans un milieu variablement saturé en prenant en compte l'extraction racinaire. Ce document traite son application au palmier dattier dans l'oasis de Tafilalet (Sud-Est du Maroc), où une conception et une gestion appropriée de ce système doit être proposé aux agriculteurs. Les objectifs de ce travail de recherche sont 1) d'évaluer in situ les performances du goutte à goutte enterré au niveau des parcelles de mesures, et ce en comparaison avec la technique la plus répandue de l'irrigation goutte à goutte de surface ; et 2) de modéliser le fonctionnement du goutte à goutte enterré pour proposer des critères de conception et des méthodes de gestion appropriées pour irriguer le palmier dattier sous les conditions oasiennes. Et par conséquent, ce travail ambitionne de contribuer à la réussite du système d'irrigation souterraine surtout dans les endroits où l'eau est une source limitée.

Dans ce cadre, un essai expérimental a été installé chez un agriculteur de la région d'Erfoud (Sud-Est du Maroc), en utilisant le système d'irrigation goutte à goutte enterré en comparaison avec le système goutte à goutte traditionnel pour le palmier dattier. Ce site a pour objectif d'évaluer les performances hydrauliques du système et de comparer l'effet des deux modes d'irrigation sur certains paramètres agronomiques des jeunes palmiers dattiers, en particulier les nombres cumulés de palmes et le développement racinaire. Parallèlement, une démarche de modélisation est mise en œuvre, pour simuler l'écoulement de l'eau dans un milieu variablement saturé et définir les critères de conception d'un tel système. Pour atteindre cet objectif, un modèle numérique simulant le transfert multidirectionnel de l'eau du sol a été utilisé. Les résultats de la simulation à l'aide d'un modèle bidimensionnel axisymétrique ont été comparés à des mesures

effectuées sur un sol limoneux dans la parcelle expérimentale où les rampes ont été installées à différentes profondeurs.

L'expérimentation installée présente des performances hydrauliques conformes aux normes et les résultats obtenus montrent une augmentation du développement racinaire et du nombre de palmes, ainsi qu'une économie d'eau considérable suite à la diminution des pertes par évaporation par rapport à la méthode d'irrigation du goutte à goutte de surface. En plus, l'étude a montré la pertinence du modèle pour simuler les processus d'infiltration autour d'une rampe enterrée. Selon nos résultats, à durée égale d'irrigation, l'eau d'irrigation n'atteint pas la surface du sol pour une installation plus profonde (35cm) et ce par la diminution de l'évaporation de l'eau de 34 %, 26 % et 15 % respectivement pour les installations à 35, 25 et 15 cm de profondeur de pose par rapport à une installation du goutte à goutte de surface.

Nous avons simulé différentes profondeurs d'enfouissement des rampes circulaires d'irrigation en utilisant le modèle validé Hydrus 2D pour optimiser le mouvement latéral et vertical de l'eau dans le but de concevoir la plus grande surface de sol humidifié. Ceci favorise un bon développement du système racinaire, une extraction de l'eau et des nutriments et une amélioration de l'efficacité du système d'irrigation. Ainsi les systèmes d'irrigation enterrés à 60 et 70 cm permettent des conditions hydriques plus stables favorisant un bon développement du système racinaire. En effet, les pertes par évaporation et par drainage sont négligeables et la zone humide s'étale sur toute la zone racinaire des jeunes palmiers dattiers.

Notre travail s'est intéressé à déterminer la dose qui permet un développement optimum du système racinaire. La dose optimale pour assurer une bonne humidification du sol est de 60 % à 80 % de la dose apportée aux jeunes palmiers dattiers. Ainsi nous pouvons diminuer les pertes par percolation au-delà de la rhizosphère et aussi les pertes par évaporation tout en gardant la zone racinaire humide (proche de la réserve utile). En outre, il est nécessaire de limiter la variation de la pression le long d'une rampe pour obtenir une certaine valeur de l'uniformité d'application ; par conséquent le plus optimal est de travailler avec des pressions qui varient entre 0.6 et 1.4 bar.

Les résultats de cette étude ont montré que l'irrigation goutte à goutte souterraine est une technique efficace susceptible de contribuer à une irrigation durable dans les zones arides. En effet, le système d'irrigation enterré permet une meilleure efficacité de l'eau, une substantielle économie d'eau, une amélioration de la mise en valeur des terres marginales, une élimination de l'évaporation de surface, une réduction des risques de stress hydrique, une limitation du développement des mauvaises herbes et en particulier une augmentation des volumes de sol irrigués. Toutefois, il faut bien connaître les conditions climatiques, pédologiques, agronomiques et même socioéconomiques dans lesquelles ce système va être utilisé afin d'assurer son bon fonctionnement et améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau.

**Mots Clés :** Oasis, irrigation goutte à goutte enterré, économie d'eau, jeunes palmiers dattiers, modèle bidimensionnel axisymétrique, infiltration, évaporation, milieu poreux variablement saturé.