

## **LES DETERMINANTS DE CHOIX DE L'IRRIGATION LOCALISEE PAR LES EXPLOITANTS DE LA MITIDJA**

Samir **BELAIDI** \*

### **RÉSUMÉ**

Depuis les années 2000, les pouvoirs publics visent à encourager la mise en place des technologies d'irrigation économes en eau. Le présent article cherche à expliquer les comportements des exploitants en matière d'adoption de nouvelles technologies d'irrigation. La modélisation de l'adoption de l'irrigation localisée est retenue comme le cadre méthodologique du travail. Elle consiste à définir les facteurs qui déterminent l'adoption de l'irrigation localisée par les exploitants de la Mitidja. Dans ce sens, une enquête a été réalisée sur un échantillon de 117 exploitants tirés d'une manière aléatoire dans le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest tranche 1. Les résultats obtenus mettent en évidence le rôle déterminant du type de culture pratiquée, le coût d'investissement, la subvention à l'irrigation localisée, le niveau d'instruction, l'âge et la vulgarisation dans l'adoption de l'irrigation localisée. En revanche l'adhésion à une association des irrigants, le statut de l'exploitation agricole, le prix de l'eau publique, l'accès à l'eau de la nappe par un forage, sont des facteurs qui n'interviennent pas dans le choix de ce type d'irrigation.

### **MOTS CLES**

Agriculture irriguée, périmètre Mitidja Ouest tranche 1, adoption technologique, irrigation localisée, modèle Logit Binomial.

**JEL CLASSIFICATION : Q16 ; R11 ; C35**

---

\* Doctorant en Economie Rurale, ENSA, Algérie.

## INTRODUCTION

En Algérie, le changement des technologies d'irrigation a été soutenu principalement depuis 2000 par des subventions entre 35 et 60% du montant de l'investissement dans l'irrigation localisée et/ou l'aspersion (MADR, 2010). Cependant, les taux d'équipement en matériels d'économie de l'eau sont restés en deçà des objectifs attendus. Il paraît que cet élément à lui seul ne peut pas promouvoir l'adoption ou du moins, il ne s'adapte pas à la situation réelle de tous les types d'exploitations. Les superficies irriguées et équipées en technique gravitaire représentent environ 61% de l'ensemble des superficies irriguées sur tout le territoire national (MADR, 2010). Cette conception a supposé que la capacité de financement de l'exploitant à l'investissement en équipements d'irrigation économes en eau constitue la contrainte majeure à l'adoption de l'irrigation localisée. La revue de la littérature sur les impacts des technologies d'irrigation localisée permet de justifier son emploi principalement pour un ou plusieurs des objectifs suivants : (1) en tant que moyen d'économiser l'eau dans l'agriculture irriguée et d'éviter les crises imminentes de l'eau (Narayanamoorthy, 2003; Polak et al., 1997; Shah et Keller, 2002), (2) comme une stratégie visant à accroître les revenus et réduire la pauvreté des populations rurales, (3) pour garantir une certaine sécurité alimentaire des ménages ruraux (Bilgi 1999; Upadhyay, 2003; Upadhyay, 2004) et (4) comme un moyen d'étendre le peu d'eau disponible sur une plus grande superficie cultivée, en particulier pendant les années de sécheresse. Nous avons fondé notre problématique en vue d'apporter plus d'explications quant aux facteurs déterminant l'adoption de l'irrigation localisée. Le choix de l'irrigation localisée se justifie, d'une part, par le fait que cette dernière peut être considérée comme la technologie d'introduction récente et d'autre part, elle est la technologie qui garantit l'efficacité la plus élevée actuellement. Compte tenu de ce qui précède, la question principale à laquelle nous tenterons de répondre à travers ce papier est de savoir quels sont les déterminants de l'adoption de l'irrigation localisée dans les exploitations agricoles de la Mitidja?

L'adoption des innovations agricoles découle d'un processus complexe caractérisé par une interdépendance de plusieurs facteurs liés non seulement à la disponibilité de l'innovation, son accessibilité

et son potentiel économique mais aussi aux caractéristiques propres aux exploitants ainsi que leur environnement socio-économique, technique et institutionnel (Mastaki Namegabe, 2006). L'analyse économique de l'adoption des technologies agricoles s'est concentrée sur l'information imparfaite, le risque, l'incertitude, les contraintes institutionnelles, le capital humain, la disponibilité d'inputs, et l'infrastructure en tant qu'explications potentielles pour des décisions d'adoption (Feder et al., 1985; Stimuler et Rosenzweig, 1996; Kohli et Singh, 1997), cités par (Uaiene et al., 2009). Cependant, pour (Griliches, 1957). Les déterminants majeurs du changement technologique sont des variables économiques et qui ne changent pas de façon significative d'une région à l'autre. Ce papier est organisé en quatre sections. Dans la section 1, nous détaillons le cadre conceptuel. La section 2 présente les données utilisées ainsi que la méthode d'estimation des probabilités d'adoption de l'irrigation localisée. La section 3 analyse les résultats des estimations effectuées et la section 4 présente les principaux éléments de conclusion et suggère quelques recommandations pour les décideurs publics.

## 1. CADRE CONCEPTUEL

Selon Caswell et Zilberman (1985). Le modèle des choix rationnels d'adoption développé par Domencich et McFadden (1975) est utilisé pour expliquer l'adoption des nouvelles technologies d'irrigation par les producteurs, traditionnellement équipés en irrigation à la raie. Les probabilités d'adoption de deux nouvelles technologies d'irrigation sont évaluées à savoir l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée. La forme fonctionnelle retenue pour expliquer la probabilité  $P_{ij}$  de choisir la technologie  $j$  sur la parcelle  $i$ , évaluée par rapport à la probabilité  $P_{i1}$  de conserver l'irrigation à la raie, est la suivante :

$$\log \frac{P_{ij}}{P_{i1}} = \alpha_j + \beta_j L_i + \Gamma_j C_i - \gamma \Delta W_{ij} + \lambda_j E_i \dots \dots \dots (1)$$

Où la variable  $L_i$  correspond à la localisation géographique de la parcelle  $i$ , la variable  $C_i$  correspond à la culture cultivée sur la parcelle  $i$ , la variable  $\Delta W_{ij}$  correspond à la différence entre le coût de l'eau d'irrigation par hectare sur la parcelle  $i$  avec la technologie  $j$  et le coût de l'eau d'irrigation sur la parcelle  $i$  avec le matériel traditionnel, et la variable  $E_i$  correspond à la source de la ressource en eau (eau de

surface ou eau souterraine) sur la parcelle  $i$ . Les paramètres estimés sont  $\alpha_j$ , la constante associée à chaque nouvelle technologie,  $\beta_j$ ,  $\Gamma_j$  et  $\lambda_j$ , les effets associés aux caractéristiques de la parcelle  $i$ , et  $\gamma$  l'effet conditionnel aux économies d'eau potentielles de la technologie  $j$  par rapport au matériel traditionnel sur la parcelle  $i$ . Cependant, pour Koundouri et al., (2006). L'échelle d'analyse n'est plus la parcelle mais l'agriculteur. L'âge, le niveau de formation, l'indice d'aridité de l'exploitation, les dettes, l'accès au conseil à l'irrigation, l'accès à l'information, le bénéfice d'un revenu extérieur à l'agriculteur, la nature de l'exploitation agricole (familiale ou pas) ainsi que les moments statistiques (estimés) de la distribution du profit sont les variables explicatives du choix d'adoption de la part des agriculteurs.

Les considérations économiques suggèrent que la propension à adopter l'irrigation localisée dans une exploitation dépend de profit net attendu de rendement (revenu) de cette adoption (Shrestha et Gopalakrishnan, 1993). La décision d'adoption dépend de la rentabilité de la production de la culture  $\Pi_{ij}$ , lorsque la  $i^{\text{ème}}$  technologie d'irrigation est utilisée sur la  $j^{\text{ème}}$  parcelle. Le producteur choisit la technologie qui maximise les bénéfices perçus, étant donné que le choix des cultures a été déjà fait (Sunding, 2002). Dans cette étude, la culture et la technologie d'irrigation seront modélisées d'une manière séquentielle. Moreno et Sunding (2005), Caswell et Zilberman (1985) et Green et al., (1996) ont modélisé les choix de la culture et la technologie d'irrigation d'une manière séquentielle, c'est-à-dire le choix de la culture a constitué une variable explicative du choix de la technologie d'irrigation. Une hypothèse alternative serait de modéliser la culture et le choix de la technologie simultanément, comme suggérés par Negri et Brooks (1990), et par Lichtenberg(1989). Pour tester cette hypothèse, un modèle a été estimé d'une manière simultanée pour la culture et le choix technologique. Le modèle a donné des résultats contradictoires, prédit mal, et n'était pas statistiquement significatif (Sunding, 2002). Compte tenu de l'hypothèse de choix séquentiel, les bénéfices sont donnés par :

$$\pi_{ij} = \beta'_i X_j + \varepsilon_{ij} \dots \dots \dots (2)$$

Où  $\beta'_i$  est un vecteur de paramètres estimables,  $X_j$  est un vecteur des caractéristiques observées sur le terrain (y compris les cultures), et  $\varepsilon_{ij}$  est le vecteur des erreurs aléatoires représentant les variables non

observées. L'exploitant choisit la technologie d'irrigation qui procure les profits perçus les plus élevés. Pour un exploitant donné, les profits perçus par l'adoption d'une technologie moderne d'irrigation (irrigation localisée) doivent être supérieurs à ceux d'une technologie traditionnelle (Sunding, 2002):

$$\Delta\pi = \beta'_i X_j - \beta'_0 X_j > \varepsilon_{0j} - \varepsilon_{ij} \dots \dots \dots (3)$$

Où l'indice  $i = 0$  indique la technologie traditionnelle. Il est difficile de déterminer théoriquement comment les variations des variables explicatives affectent la différence des profits et par conséquent ces effets doivent être déterminés empiriquement. Au lieu d'estimer les profits perçus directement, les modèles de choix discret peuvent être utilisés pour estimer la probabilité d'adoption d'une technologie donnée en fonction des variables explicatives. Ceci implique que la technologie qui a une grande probabilité d'adoption est celle qui maximise les profits perçus. Ainsi la probabilité que la  $i^{\text{ème}}$  technologie d'irrigation soit adoptée sur la  $j^{\text{ème}}$  parcelle est :

$$P_{ij} = \text{Prob}[\beta'_i X_j - \beta'_0 X_j > \varepsilon_{0j} - \varepsilon_{ij}] \dots \dots \dots (4)$$

Pour estimer les paramètres du modèle, il est nécessaire de choisir la distribution des termes des erreurs  $\varepsilon_{ij}$  et ainsi la distribution de la différence des termes des erreurs ( $\varepsilon_{0j} - \varepsilon_{ij}$ ). Deux distributions communes peuvent être utilisées : la distribution normale ou de Weibull (Domencich et McFadden (1975). La combinaison linéaire des variables aléatoires normales suit une loi normale. La différence entre deux variables aléatoire de Weibull suit une loi logistique. Le choix est arbitraire surtout lorsque la taille de l'échantillon est grande. Nous supposons que les  $\varepsilon_{ij}$  suivent une loi de Weibull. Nous allons étudier l'adoption de l'irrigation localisée. Ceci réduit le modèle au *logit binomial* qui relie la probabilité du choix de l'irrigation localisée aux variables explicatives. La probabilité que l'irrigation localisée est adoptée sur la  $j^{\text{ème}}$  parcelle est donnée par :

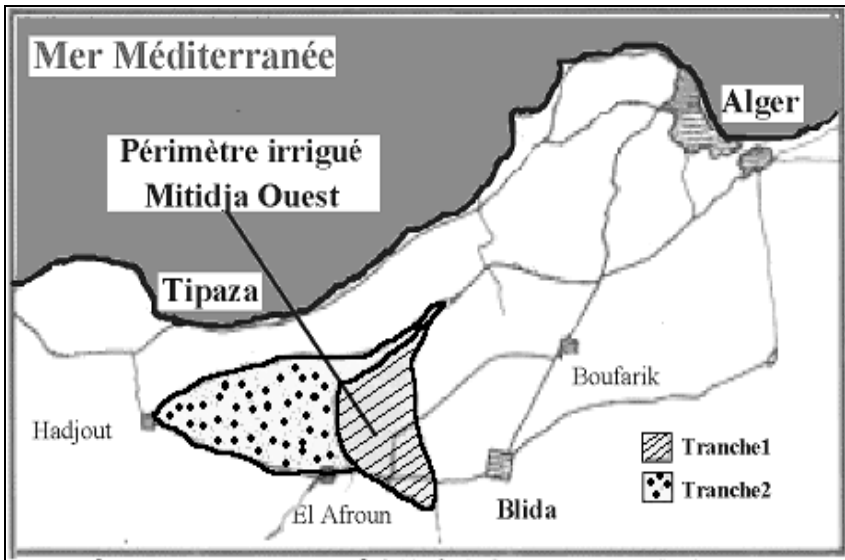
$$P_j = \frac{1}{1 + e^{-\beta' X_j}}; j = 1, \dots, J \dots \dots \dots (5)$$

Ceci donne les équations à estimer pour le modèle *logit binomial* qui est basé sur les variables économiques et les caractéristiques de la parcelle et de l'exploitant. L'effet de chacune des variables explicatives est capturé dans le vecteur des paramètres estimés  $\beta$ .

## 2. DEFINITION DE LA VARIABLE DEPENDANTE ET DES VARIABLES INDEPENDANTES

La population mère étudiée est constituée de l'ensemble des irrigants de la région de la Mitidja Ouest tranche I qui totalise 300 exploitants. Une enquête par questionnaire a été conduite auprès de 117 exploitations tirées aléatoirement. La collecte des données a été effectuée grâce à un questionnaire d'enquête auprès des chefs des exploitations. Le taux de réponse aux questions est de 100%. Le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest tranche I couvre une surface de 8600 ha qui s'étale sur deux wilayates (Alger et Blida) (ONID, 2006). Il est situé à 55 Km d'Alger. Il est limité par l'oued Chiffa à l'Est, le piémont de l'Atlas Blidéen au Sud, l'oued Djer à l'Ouest et les collines du Sahel Algérois au Nord.

Figure 1- Le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest (tranche I et II).



Source : www.agid.dz . In (Imache, 204)

La Mitidja Ouest tranche I, présente un intérêt certain pour traiter cette problématique. C'est une région rurale dont l'agriculture irriguée est sa vocation première. «Du fait de la mise en eau récente de la tranche II et du faible nombre de souscriptions au réseau collectif qui la caractérise en outre la tranche I du périmètre irrigué est le principal

consommateur de l'eau distribuée par l'ONID» (Imache, 2008). Notre choix du terrain d'étude a été limité à la superficie couverte par le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest tranche I. Toutefois, on observe un climat qui tend de plus en plus à l'aridité depuis une vingtaine d'années, le climat de la Mitidja Ouest connaît des baisses récurrentes en matière de pluviométrie. «La différence entre la moyenne des dix dernières années en 1977, qui est de 790 mm, avec la moyenne des dix dernières années en 2007 qui n'est que de 540 mm, on constate une baisse de la moyenne décennale de 250 mm en 30 ans, ce qui est considérable en agriculture irriguée». (Imache, 2008). Le choix des variables est basé sur les résultats des travaux théoriques et empiriques identifiés sur l'adoption des technologies d'irrigation économes en eau et le contexte du milieu d'étude. La variable dépendante correspond à l'adoption ou non de l'irrigation localisée par les exploitants. Le résultat d'une observation binaire est appelé "succès" ou "échec" représentée mathématiquement, par une variable aléatoire  $Y$ , dans notre cas,  $Y_1 = 1$  s'il y a adoption de l'irrigation localisée et  $Y_1 = 0$  s'il n'y a pas adoption. Cependant, l'adoption de l'irrigation localisée reste conditionnée par un certain nombre de facteurs économiques et sociodémographiques et techniques, qui définissent les variables indépendantes ou explicatives qui constituent nos hypothèses de réponse. En premier lieu, deux variables d'ordre sociodémographiques "âge" et "niveau d'instruction" peuvent être des facteurs significatifs d'adoption d'une innovation. Le niveau d'instruction accroît la capacité de compréhension de l'information concernant la nouvelle technologie (Feder et al., 1984). Les producteurs de niveau d'instruction plus élevé sont les adoptants potentiels (Feder et al., 1985). Les connaissances des irrigants jouent un rôle important pour expliquer leur comportement économique et leurs décisions d'investissements (Feder et al., 1985; Kemp, 1997; Saviotti, 2001), cités par (Richefort, 2008). Le niveau d'instruction peut être une variable déterminante dans l'adoption des innovations. Il accroît le sens de l'innovation, l'habileté et la facilité d'apprécier les nouvelles technologies (Falusi, 1975), cité par Adéoti et al., (2002); Rahm et Singh, 1988), En conséquent, nous allons vérifier l'hypothèse suivante : *Plus le niveau d'instruction des exploitants est élevé, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée.*

L'âge du chef de l'exploitation, les exploitants les plus âgés ont le plus souvent des horizons de planification plus courts, d'où un taux d'actualisation élevé qui réduit la valeur actuelle des rendements des investissements réalisés dans la conservation de la ressource. Il y a tout lieu de croire qu'ils seront hostiles au changement et aux nouvelles technologies. Selon Bultena & Hoiberg (1983), les jeunes agriculteurs ont plus de chance d'être instruits et ont des taux d'actualisation moins élevés et peuvent par conséquent tirer un rendement plus élevé de l'investissement réalisé dans l'acquisition des technologies. Pour Feder (1982), l'adoption de nouvelles technologies exige un certain niveau de risque associé à la décision du choix des technologies. Les jeunes producteurs sont enclins à prendre plus de risque que les producteurs plus âgés. En ce sens, nous allons vérifier l'hypothèse suivante : *plus les exploitants sont jeunes, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée.*

En deuxième lieu, les variables structurelles comme "la taille de l'exploitation et le type de cultures pratiquées" sont aussi des facteurs déterminants de l'innovation. Mansfield (1968) a montré qu'il n'y a pas une relation claire entre la taille de la firme et l'adoption des innovations, et que le taux de diffusion des innovations n'est pas toujours plus important parmi les firmes de grande taille. Cependant, la littérature théorique et empirique sur l'adoption de la technologie a montré que la taille d'une entreprise joue un rôle important quant à la décision d'adopter de nouvelles technologies (Davies, 1979). La taille des exploitations est un des premiers critères mis en évidence par la littérature pour expliquer les décisions individuelles d'adoption technologique (Just et Zilberman, 1983; Feder et al., 1985; Jaffe et Stavins, 1991; Kemp, 1997; Tzouvelekas et al., 1999), cités par (Richefort, 2008). A cet effet, nous allons émettre l'hypothèse suivante : *Plus l'exploitation agricole est de grande taille, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée.*

Caswell et Zilberman (1985) et Green et al., (1996) ont montré que l'adoption des technologies d'irrigation est fortement dépendante du choix de la culture. Ils ont modélisé les choix de la culture et la technologie d'irrigation d'une manière séquentielle. Les récentes recherches (Wu et al., 2004), Moreno et Sunding (2005) ont reconnu



l'importance de modéliser simultanément les choix de la culture et de la technologie d'irrigation. En conséquence, nous allons vérifier les hypothèses suivantes : *plus les exploitants pratiquent l'arboriculture fruitière et les cultures maraîchères sous serres, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée tandis que plus les exploitants pratiquent les cultures céréalières, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est faible.*

En troisième lieu, les variables relatives aux ressources financières de l'exploitant "coût de l'investissement et la subvention" - au contraire des précédentes - peuvent freiner l'adoption de nouvelles technologies. Mansfield (1968) a montré que plus les investissements requis pour l'adoption d'une innovation sont importants, plus son taux d'adoption est lent et plus son taux de diffusion est faible. L'irrigation localisée nécessite des investissements lourds et des équipements hydrauliques. Ils tendent à devenir plus chers dans leur première phase d'investissement que les systèmes d'irrigation gravitaire. Ces coûts d'investissement peuvent varier chaque année en fonction des variations des prix de certains accessoires qui composent ce système d'irrigation<sup>49</sup>. Suthernand (1959) a montré qu'il existe une relation négative entre les coûts d'adoption des innovations et le taux d'adoption. Il souligne, que plus les coûts d'adoption sont faibles, plus le taux d'adoption de l'innovation est élevé. En conséquence, nous allons vérifier l'hypothèse suivante : *plus le coût de l'investissement est élevé, plus les exploitants sont réticents quant à l'adoption de l'irrigation localisée.* Le contexte économique se caractérise aussi par le régime d'aide à l'investissement des différentes technologies d'irrigation, qui joue un rôle majeur sur la volonté des irrigants à s'équiper (Dinar et Yaron, 1992). Ce qui probablement favorise son adoption par les exploitants. *On s'attend que la subvention à l'irrigation localisée ait un effet positif sur son adoption.*

---

<sup>49</sup> Le coût de l'investissement pour un hectare en irrigation localisée est estimé à 220600.00DA sans la construction du bassin d'accumulation ni la station de pompage pour l'arboriculture fruitière et à 25822.00 DA pour une serre de 400 m<sup>2</sup> et enfin 200 000.00 DA pour un ha de maraîchage plein champ (Belaidi, 2011) [14].

Un bassin d'accumulation de 100 m<sup>3</sup> revient à 500 000 DA. (Salhi et Bédrani, 2007) [15].

La variable "vulgarisation" peut influencer négativement ou positivement la prise de décision d'adoption de l'irrigation localisée. Selon Featherstone et *al.*, (1997), l'adoption d'une nouvelle pratique agricole suppose que l'utilisateur a toute l'information sur la technologie et ses potentialités. L'encadrement des producteurs affecterait l'adoption des technologies. Un producteur encadré et suivi par le service de vulgarisation finit par changer de décision en faveur de la nouvelle technologie (Rogers, 1983). Le rôle de l'information dans la réduction des incertitudes et des erreurs de répartition dans le processus d'adoption des technologies a fait l'objet de nombreuses études (Feder et Slade, 1984; Feder et *al.*, 1985). En conséquence, le rôle des services de vulgarisation dans la diffusion des informations est un facteur qui influence positivement l'adoption de la technologie d'irrigation localisée. En ce sens, nous allons vérifier l'hypothèse suivante : *Plus les exploitants sont encadrés, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée.*

La variable "Type d'exploitation" peut influencer négativement ou positivement la prise de décision d'adoption de l'irrigation localisée. On rencontre trois types d'exploitations agricoles dans la zone d'étude vu que la majorité des exploitations enquêtées sont des exploitations agricoles collectives, on a émis l'hypothèse que les exploitations agricoles collectives unies sont plus exposées à l'adoption de l'irrigation localisée, l'argument avancé : elles sont les seules qui sont éligibles à l'accès aux crédits et les subventions octroyées par l'Etat mis à part les exploitations agricoles privés et individuelles qui sont au nombre insignifiant sur le périmètre étudié. *On s'attend que les exploitations agricoles unies aient une incidence positive sur l'adoption de l'irrigation localisée.*

Deux variables d'ordre économique et technique "prix de l'eau publique et mode d'accès à l'eau" peuvent être des facteurs significatifs d'adoption d'une innovation. En premier lieu le contexte économique, notamment le prix de l'eau d'irrigation, semble être un facteur déterminant pour expliquer les décisions économiques et les choix individuels d'adoption technologique (Caswell & Zilberman, 1985; Caswell & *al.*, 1990; Khanna et Zilberman, 1997; Khanna et *al.*, 2002), cités par (Richefort, 2008) ainsi que le taux d'adoption agrégée des nouvelles technologies d'irrigation plus économes en eau (Dinar & Yaron, 1992). Negri & Brooks (1990) et Green et *al.*, (1996)

ont montré qu'un coût élevé de l'eau accroît la probabilité d'adoption des technologies d'irrigation efficiente. Green et Sunding (1997), ont montré d'une part que l'adoption de l'irrigation localisée dans la production des agrumes est sensible aux variations du prix de l'eau et d'autre part que le profit de l'agriculteur dépend de l'impact de l'augmentation du prix de la ressource sur l'efficacité de l'irrigation des systèmes adoptés. Moreno & Sunding (2005) ont montré que les incitations financières, particulièrement les augmentations du prix de l'eau, peuvent avoir un grand impact sur le comportement d'adoption. En conséquence, nous allons vérifier l'hypothèse suivante : *Plus le prix du m<sup>3</sup> de l'eau d'irrigation publique est élevé, plus les exploitants sont incités à investir dans l'irrigation localisée.* En fait, le rabattement de la nappe dans la zone d'étude contraint de plus en plus l'activité agricole ainsi que le coût de prélèvement relativement cher par rapport à l'eau publique, cette situation amène les exploitants à maximiser la superficie irriguée, chose possible avec l'irrigation localisée. Les exploitants qui ont des forages et qui s'approvisionnent à partir de la nappe sont prêts à abandonner le gravitaire au profit de l'irrigation localisée. En ce sens, nous allons vérifier l'hypothèse suivante : *Plus les exploitants ont accès à l'eau de la nappe par un forage, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée.*

Enfin, la variable "adhésion à l'association des irrigants" peut influencer négativement ou positivement la prise de décision d'adoption de l'irrigation localisée. La pratique d'associations semble fonder la différence dans le comportement des agriculteurs vis-à-vis de l'innovation. L'appartenance à une organisation de producteur permet au producteur d'avoir une idée sur les avantages et inconvénients d'une technologie. L'accès à l'information affecterait la perception du risque par le producteur. Une connaissance suffisante sur la technologie permet aux producteurs d'optimiser leur processus de prise de décision (Feder et al., 2003). A cet effet, nous allons vérifier l'hypothèse suivante : *Plus les exploitants adhèrent à une association des irrigants, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée.*

## 2.1. Description des variables

La description statistique des variables retenues pour l'analyse économétrique est donnée par le tableau 1.

**Tableau 1 : Statistiques descriptives des variables utilisées dans le modèle *Logit***

Variables	Type	N	Min.	Max.	Moy.	Ecart-type
Céréales	quantitative	117	0	84.00	6.7350	13.9642
Cultures sous serres	quantitative	117	0	12.00	0.3063	1.35770
Statut EAC unie	qualitative	117	0	1	0.2400	0.42300
Age	quantitative	117	39	77	55.680	8.31300
Niveau d'instruction	qualitative	117	1	5	1.970	1.20700
Vulgarisation	qualitative	117	0	1	0.09	0.29300
Accès au forage	qualitative	117	0	1	0.46	0.50100
Prix eau publique	quantitative	117	0	161785	20592.88	27142.65
Investissement	qualitative	117	0	1	0.48	0.50200
Association	qualitative	117	0	1	0.07	0.25300

Source : Résultats obtenus à l'aide du logiciel SPSS version 19.0

## 2.2. Estimation du modèle *Logit* binomial

On distingue au moins trois types de modèles couramment utilisés pour analyser la décision d'adopter une technologie agricole : les modèles de *probabilité linéaire*, *Logit* et *Probit*. Le premier modèle présente des inconvénients parce que la probabilité peut souvent dépasser 1, mais il n'en est pas de même pour les deux autres qui, grâce à une transformation maintiennent la probabilité estimée entre 0 et 1. Les modèles *Logit* ont été conçus comme des approximations des modèles *Probit* permettant ainsi des calculs plus simples. Si les deux modèles sont sensiblement identiques, il existe cependant, certaines différences entre les modèles *Probit* et *Logit*. Nous évoquerons ici deux principales différences (Hurlin, 2003). La loi logistique tend à attribuer aux événements "extrêmes" une probabilité plus forte que la distribution normale et le modèle *Logit* facilite l'interprétation des paramètres  $\beta$  associées aux variables explicatives  $X_i$ . Nous avons retenu le modèle *Logit*, souvent utilisé dans le cas des études d'adoption des

technologies pour des raisons de commodité. L'estimation du modèle de régression logistique se fait par la méthode du maximum de vraisemblance. Pour cela, on écrit la vraisemblance de l'échantillon.

**2.1.1. Estimation des paramètres par la Méthode du Maximum de Vraisemblance**

Dans le modèle dichotomique, la construction de la vraisemblance est extrêmement simple. En effet, à l'événement  $Y_i = 1$  est associée la probabilité  $P_i = F(X_i, \beta)$  et à l'événement  $Y_i = 0$  correspond la probabilité  $1 - P_i = 1 - F(X_i, \beta)$ . Ceci, permet de considérer les valeurs observées  $Y_i$  comme les réalisations d'un processus binomial avec une probabilité de  $F(X_i, \beta)$ . La vraisemblance des échantillons associés aux modèles dichotomiques s'écrit donc comme la vraisemblance d'échantillons associés à des modèles binomiaux. La seule particularité étant que les probabilités  $P_i$  varient avec l'individu puisqu'elles dépendent des caractéristiques  $X_i$ . Ainsi la vraisemblance associée à la probabilité  $Y_i$  s'écrit sous la forme :

$$L(Y_i, \beta) = P_i^{Y_i} (1 - P_i)^{1 - Y_i} \dots \dots \dots (6)$$

Dès lors, la vraisemblance associée à l'échantillon de taille  $N$ , noté  $Y = (Y_1, \dots, Y_N)$  s'écrit de la façon suivante :

$$L(Y, \beta) = \prod_{i=1}^N P_i^{Y_i} (1 - P_i)^{1 - Y_i} \prod_{i=1}^N [F(X_i, \beta)]^{Y_i} [1 - F(X_i, \beta)]^{1 - Y_i} \dots \dots \dots (7)$$

De cette définition, on déduit alors la Log-vraisemblance comme suit :

$$\log L(Y, \beta) = \sum_{i=1}^N Y_i \log[F(X_i, \beta)] + (1 - Y_i) \log[1 - F(X_i, \beta)] \dots \dots \dots (8)$$

Lorsque les observations individuelles  $Y_i, i = 1, \dots, n$ , sont supposées indépendantes, cette vraisemblance s'écrit comme le produit des probabilités

$$L(\beta_0, \beta_1) = \prod_{i=1}^n [P(y = 1 | x, \beta_0, \beta_1)]^{y_i} [1 - P(y = 1 | x, \beta_0, \beta_1)]^{1 - y_i} \dots \dots \dots (9)$$

Ensuite, on maximise cette vraisemblance par rapport aux paramètres  $\beta_0, \beta_1$  au moyen d'un algorithme numérique.

### 3. RESULTATS D'ESTIMATION

Le critère de choix du meilleur modèle s'est fait sur la base du rapport de maximum de vraisemblance qui a permis d'obtenir une bonne capacité prédictive puisqu'il classe correctement 94,02% de l'échantillon (Tableau 2), ce pourcentage indique que dans 94,02% de cas le modèle prédit correctement le comportement de l'exploitant. Le pourcentage de bonne prédiction est calculé en se référant aux probabilités prédites par le modèle et les probabilités observées. Ce test est associé à une probabilité seuil de 0,5. Plus les probabilités prédites sont conformes à celles observées, on stipule que le niveau de prédiction du modèle est appréciable.

Tableau 2 : **Le pourcentage de bonne prédiction du modèle *Logit binomial* par rapport à une probabilité prédite  $\Pr(Y_1=0) \geq 0,5$**

Observé	Dep = 0	Dep = 1	Total
Pr (Dep = 0) $\geq 0,5$	3	36	34
Pr (Dep = 0) $< 0,5$	74	4	83
Total	77	40	117
Correct	74	36	110
Pourcentage de prédiction positive	92,21	90,00	94,02
Pourcentage de prédiction négative	7,69	10,00	5,98

Source : Résultats obtenus à l'aide du logiciel Stata /SE 10.0

Le tableau 3, représente les résultats de l'estimation du modèle *Logit binomial*. Le modèle est statistiquement valide. En effet, le Wald Khi-Deux ( $\chi$ ) du modèle (27,49) est significatif à un seuil de 1%. Au niveau de l'adéquation globale du modèle qui est mesurée par le coefficient de détermination  $R^2$ , le pseudo- $R^2$  (0,7351) est satisfaisant, la valeur élevée du pseudo- $R^2$  est un signe d'une bonne adéquation.

Tableau 3 : Estimation des paramètres du modèle *Logit binomial*

Variables	Coefficient	Odds Ratio	Robust Std. Err.	z	P> z
Céréales	- 0.1073127	0.8982447	0.0573924	-1.87 **	0.062
Cultures sous serres	1.5858350	4.8833680	0.9357629	1.69 **	0.090
Statut EAC unie	- 2.4591250	0.0855097	0.9618592	-2.56 *	0.011
Age	- 0.2491891	0.7794326	0.0916214	-2.72 ***	0.007
Niveau d'instruction	1.7099960	5.5289400	0.5453000	3.14 ***	0.002
Vulgarisation	1.9005280	6.6894220	1.1385740	1.67 **	0.095
Accès au forage	- 0.5059755	0.6029171	1.5115350	-0.33	0.738
Prix eau publique	- 0.0000302	0.9999698	0.0000282	-1.07	0.284
Coût d'investissement	- 4.0546870	0.0173409	1.9699750	-2.06 *	0.040
Adhésion association	- 0.8022565	0.4483162	0.9922593	-0.81	0.419
Constante	11.98349	-	4.6869100	2.56	0.011
Log Vraisemblance	- 19.907226	Restr.Log vraisemblance			- 75.14615
Pseudo R2	0.7351	AIC			61.81445
Dep = 0	77	BIC			92.19837
Dep = 1	40				

\* Significatif à un seuil de 5 % ;

\*\* Significatif à un seuil de 10 % ;

\*\*\* Significatif à un seuil de 1%

Source : Résultats obtenus à l'aide du logiciel Stata /SE 10.0

### 3.1. Analyse des résultats, vérification des hypothèses et discussion

#### 3.1.1. Hypothèses relatives à la structure de l'exploitation

En réponse à l'hypothèse sur la taille, les résultats de l'analyse de la régression bivariée (cf. Tableau 1, Annexe) et de tableau 4 de correspondance montrent que la taille de l'exploitation ne constitue pas un facteur significatif pour la prise de décision en matière d'adoption de l'irrigation localisée. Le taux de l'adoption de l'irrigation localisée ne varie pas d'une classe de SAU à une autre et ceci, jusqu'à la classe [30,40[. Dans les exploitations à grande taille ( $\geq 40$ ), on enregistre des taux d'adoption trop faible. Ce dernier est dû essentiellement à la présence des cultures céréalières dans les grandes exploitations qui sont inadéquates pour être irriguées par l'irrigation localisée. Par contre le revenu agricole total, le rapport surface par actif, la main

d'œuvre pourraient constituer des indicateurs plus explicatifs que la taille de l'exploitation en terme de superficie.

**Tableau 4 : L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec la taille**

Classe de SAU	Fréquence	Adoptants	(%)	Non Adoptants	(%)
[0, 10[	27	11	0,40	16	0,59
[10, 20[	42	15	0,35	27	0,64
[20, 30[	25	8	0,32	17	0,68
[30, 40[	12	4	0,33	8	0,66
[40, 50[	6	1	0,17	5	0,83
≥50	5	1	0,2	4	0,80
Total	117	40	0,34	77	0,66

Source : Résultats de l'enquête 2010

Contrairement à la variable "type de culture", les résultats de la régression *logistique* (cf. Tableau 3) et les résultats de l'analyse de la régression bivariée (cf. Tableau 1 & 2, Annexe) montrent que la variable "cultures pratiquées" a un effet statistiquement significatif. L'irrigation localisée est fortement pratiquée pour l'arboriculture fruitière et le maraîchage sous serre. Dans ce modèle, on constate que le signe du coefficient est positif pour les cultures sous serre. Cette culture a une influence positive sur le comportement des exploitants quant à l'adoption de l'irrigation localisée. Pour avoir l'effet d'une variable indépendante, on procède par la formule suivante : Odds Ratio – 1 = pourcentage de variation de la probabilité d'adoption suite à une variation de 1% de la variable explicative (Fouzai, 2007). Le rapport de côte (Odds Ratio) montre qu'une augmentation de la superficie des cultures sous serres de 1%, occasionne une augmentation de 3,88% de la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée. Par contre, la présence des cultures céréalières dans les exploitations agricoles est négativement associée à l'adoption de l'irrigation localisée. En d'autres termes, plus les exploitants pratiquent les céréales, plus la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée est faible. Le rapport de côte (Odds Ratio) montre qu'une augmentation de la superficie des céréales de 1%, occasionne une diminution de 0,1% de la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée. Cela, s'explique



principalement par l'inadéquation des cultures céréalières à être irriguées par l'irrigation localisée.

**Tableau 5 : Répartition de la superficie en sec, en irriguée et par culture**

La superficie en sec et en irriguée, et par culture	Ha	Part (%)
Superficie Totale	2334,24	100
Superficie en sec	837	35,85
Superficie en irriguée	1497,24	64,15
Superficie en irriguée	1497,24	100 %
Superficie en gravitaire ou surface	1246,98	83,30
Superficie en Aspersion	107,50	7,20
Superficie par goutte à goutte	142,76	9,53
Superficie totale irriguée par l'irrigation localisée	142,76	9,53
Arboriculture fruitière	115,00	6,68
Marâchage sous serre	27,76	1,85

Source : Résultats de l'enquête, 2010

### 3.1.2. Hypothèses relatives au type d'exploitation

Les résultats de l'analyse bivariée (cf. Tableau 3, Annexe) montrent que les statuts (privé, EAC éclatées, EAI) n'ont pas de relation statiquement significative quant à l'adoption de l'irrigation localisée. Les résultats du modèle de *la régression logistique* (Tableau 3) montrent que la variable EAC unie se caractérise par un coefficient logistique  $\beta$  négatif et que l'effet de cette variable est statistiquement significatif au seuil de 5%. Cela, confirme que plus les exploitations agricoles sont de type EAC unies, plus la probabilité d'adoption est faible, contrairement à notre hypothèse. Cela, veut dire que cette forme d'exploitation des terres agricoles du domaine de l'Etat n'incite pas les exploitants à investir dans l'irrigation localisée. En effet, un exploitant n'ayant pas un titre de propriété sera un individu averse au risque vis-à-vis l'investissement en irrigation localisée dans des terres qui ne leurs appartiennent pas.

### 3.1.3. Hypothèses relatives à l'exploitant

Les variables "âge et le niveau d'instruction" ont un effet statistiquement significatif (Tableau 3, cf. Tableau 2, Annexe). Le signe négatif du coefficient de la variable âge est conforme à notre hypothèse. L'âge est statistiquement fortement significatif à un seuil de 1%. Le rapport de côte (Odds Ratio) montre qu'une augmentation de

l'âge de 1%, occasionne une diminution de 0,2% de la probabilité de l'adoption de l'irrigation localisée. On remarque que le facteur "âge" s'avère une variable très déterminante dans la décision d'adoption de l'irrigation localisée. Le niveau d'instruction a une influence positive sur le comportement des exploitants quant à l'adoption de l'irrigation localisée. Le rapport de côte (Odds Ratio) montre qu'une augmentation du niveau d'instruction de 1%, occasionne une augmentation de 4,5% de la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée. Plus le niveau d'instruction est élevé, plus la probabilité d'adopter l'irrigation localisée est grande.

**Tableau 6 : Adoption de l'irrigation localisée et le niveau d'instruction**

Niveau d'instruction	Nombre	Adoptant	(%)	Non Adoptant	(%)
Analphabète	58	6	5,12	53	45,29
Primaire	29	9	7,69	20	17,09
Moyen	8	4	3,41	3	2,56
Second	19	18	15,38	1	0,85
Supérieur	3	3	2,56	0	0
Total	117	40	34,18	117	65,81

Source : Résultats d'enquête, 2010

### 3.1.4. Hypothèse relative à la vulgarisation

Les résultats de la *régression logistique* (Tableau 3) et les résultats de l'analyse de la régression bivariée (cf. Tableau 2, Annexe) montrent que la variable vulgarisation présente un effet positif sur l'adoption de l'irrigation localisée. Cette variable est significative et positivement corrélée quant à l'adoption de l'irrigation localisée. Le rapport de côte (Odds Ratio) montre qu'une augmentation des actions de vulgarisation de 1%, occasionne une augmentation de 5,68% la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée. En d'autres termes, plus on accompagne le processus d'adoption de l'irrigation localisée par des campagnes de sensibilisation des exploitants à la rarefaction de l'eau et on cible les exploitants les plus disposés à l'adoption notam-

ment les jeunes avec une formation sur l'irrigation localisée plus, on aura la probabilité d'adopter l'irrigation localisée élevée.

### 3.1.5. Hypothèse relative à l'accès à la nappe par un forage

Les résultats de *la régression logistique* (Tableau 3) et de tableau 7 de correspondance montrent que l'accès à la ressource en eau par un forage ne constitue pas forcément un facteur significatif pour la prise de décision en matière de l'adoption de l'irrigation localisée. La variable "accès à l'eau de la nappe par un forage" présente un signe négatif, c'est-à-dire plus que les exploitants ont accès au forage, plus la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée est faible. On s'attendait à un effet positif sur la probabilité de l'adoption de l'irrigation localisée mais cette variable n'est pas significative dans ce modèle. L'adoption de l'irrigation localisée n'est pas liée avec l'accès aux forages car cette variable n'est pas significative. Les non adoptants de l'irrigation localisée ont majoritairement accès à des forages soit 98% de l'ensemble de l'échantillon. En effet, le taux de non adoption le plus important est réalisé par les exploitants dont l'accès aux forages. Cela, pourrait s'expliquer principalement par la gratuité de l'eau puisée dans la nappe.

**Tableau 7 : L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec l'accès à l'eau**

Accès à l'eau	Fréquence	Adoptant	(%)	Non adoptant	(%)
Forage	54	21	18	33	28,20
Barrage	3	0	0	3	2,56
Forage et Barrage	60	19	16,20	41	35,04
Total	117	40	34,20	77	65,80

Source : Résultats de l'enquête 2010

### 3.1.6. Hypothèse relative au prix de l'eau publique

La variable "eau publique" traduisant le montant facturé par l'organisme gestionnaire du périmètre (ONID) aux exploitants, les résultats de *la régression logistique* (Tableau 3) montrent que cette variable présente un signe négatif. En d'autres termes, plus le prix de l'eau est élevé plus la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée

par les exploitants est faible. On s'attendait à un effet positif sur la probabilité de l'adoption de l'irrigation localisée, donc elle n'est pas conforme à notre hypothèse. Cependant, cette variable n'est pas significative dans ce modèle. Contrairement, à ce qui a été démontré dans les études américaines où l'adoption d'une technologie d'irrigation est étroitement liée au prix de l'eau d'irrigation, on constate dans notre cas que le facteur "eau publique" ne s'avère pas une variable déterminante dans la décision d'adoption de l'irrigation localisée par les exploitants de la région d'étude. A cause des dysfonctionnements que connaît le périmètre de la Mitidja Ouest tranche 1 en matière de distribution d'eau du réseau d'irrigation public, et face à une demande en eau potable sans cesse croissante et prioritaire, les exploitations ne reçoivent qu'une faible partie de l'eau qui leur est destinée. La majorité des exploitants s'approvisionnent de leurs propres forages, on trouve que 2.56% des exploitants (Tableau 7) qui utilisent l'eau publique qui reste insignifiant pour expliquer la décision d'adoption de l'irrigation localisée.

### **3.1.7. Hypothèses relatives aux moyens financiers**

Le coût de l'investissement est négativement associé à l'adoption de l'irrigation localisée et que l'effet de cette variable est statistiquement significatif (cf. Tableau 3, cf. Tableau 2, annexe). Le rapport de côte (Odds Ratio) montre qu'une augmentation de coût de l'investissement de 1%, occasionne une diminution de 0,1% de la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée. En d'autres termes, plus le coût de l'investissement est élevé, plus la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée par les exploitants est faible. Les résultats de la régression bivariée (cf. tableau 1, annexe) montrent que la variable subvention est fortement significative au seuil de 1% et positivement corrélée à l'adoption de l'irrigation localisée. Cela, montre que l'impact de l'intervention de l'Etat par l'instrument de la subvention est nettement significatif sur la décision d'adoption de l'irrigation localisée et ce quel que soit l'âge des exploitants et la taille des exploitations. Plus le taux de subvention est supérieur à 30% de l'investissement total, plus les agriculteurs adoptent l'irrigation localisée.

### **3.1.8. Hypothèse relative à l'adhésion à une association**

Les résultats de la *régression logistique* (Tableau 3) montrent que cette variable présente un signe négatif. En d'autres termes, plus

l'adhésion à une association des irrigants est élevée, plus la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée par les exploitants est faible. On s'attendait à un effet positif sur la probabilité de l'adoption de l'irrigation localisée, donc elle n'est pas conforme à notre hypothèse. Cependant, cette variable n'est pas significative dans ce modèle car les exploitants ne sont pas impliqués dans une démarche collective, celle d'adhérer à l'association des irrigants. Ceci, a laissé la place à l'alternative individuelle. Les motifs qui peuvent expliquer la non adhésion à l'association des irrigants sont principalement l'éloignement et la crédibilité, le manque d'information et de sensibilisation et d'intérêt.

#### **4. CONCLUSION**

Les résultats statistiques confirment que le choix d'adopter l'irrigation localisée dépend principalement des facteurs économiques (le coût d'investissement, la subvention à l'irrigation localisée), de facteurs techniques (type de cultures pratiquées, la vulgarisation) et socio-démographiques (âge, niveau d'instruction) ainsi que du facteur lié au statut de l'exploitation agricole unie. C'est pourquoi, lorsque les pouvoirs publics envisagent l'utilisation d'instruments économiques pour inciter les exploitants à adopter plus rapidement l'irrigation localisée, ils devraient incorporer les autres facteurs, un effort insuffisant du côté de la formation pour le matériel d'irrigation risquerait de conduire à des politiques publiques non optimales. Ce travail, au-delà des résultats intéressants qu'il a permis d'obtenir, demande à être affinée en explorant d'autres aspects et d'autres paramètres non abordés et qui sembleraient jouer un rôle important. Il s'agirait essentiellement du revenu agricole, la prise de conscience de la pénurie de la ressources, la main d'œuvre agricole, le type de sol, la pluviométrie, l'infrastructure hydraulique, la rentabilité économique de l'irrigation localisée, le coût des intrants agricoles, l'aversion au risque, le mode de faire valoir, rapport surface par actif, objectif de productivité. Ce travail comporte certaines limites qui offrent de nombreuses perspectives de recherche. Le modèle des choix rationnels ne permet pas de comprendre le rôle de la dynamique des institutions sur les comportements individuels. Ceci, a donné lieu notamment au développement de la théorie évolutionniste du changement technologique, qui permet d'expliquer la façon dont les institutions économiques façonnent

ment et conditionnent les décisions économiques et les choix technologiques. Outre, l'influence des facteurs étudiés dans notre cas d'étude, d'autres facteurs institutionnels liés aux conditions d'éligibilité des subventions et des crédits bancaires pourraient influencer le comportement des agriculteurs à adopter l'irrigation localisée en particulier la difficulté d'accès aux subventions de l'Etat, conditionnées pour les EAC par l'organisation et l'entente des attributaires (ce qui fait souvent défaut dans les EAC divisées) car leurs signatures à l'unanimité sont obligatoires pour l'octroi des subventions et crédits. Enfin, comme le montrent les résultats de notre étude économétrique, les incitations à l'adoption gagnent en efficacité lorsqu'elles (i) sont accompagnées par des campagnes de sensibilisation des exploitants concernés à la raréfaction de l'eau et/ou (ii) ciblent les exploitants les plus disposés à l'adoption, des jeunes avec une formation, le fait de revoir le taux de subvention, la promotion des cultures maraichère et l'arboriculture pourraient être un autre levier pour encourager l'adoption des technologies d'irrigation localisée et accélérer leur rythme de diffusion.

## Références bibliographiques

- Adéoti R., Coulibaly O., Tamo M.**, 2002. «Facteurs affectant l'adoption des nouvelles technologies du niébé vigna unguiculata en Afrique de l'Ouest». *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, (36).
- Belaidi S.**, 2011. «Analyse des déterminants du choix des techniques d'irrigation par les exploitants de la Mitidja». *Mémoire de Magister, ENSA, Alger*.
- Bultena GL., Hoiberg E.O.**, 1983. «Factors Affecting Farmers' Adoption of Conservation Tillage». *Journal of Soil and Water Conservation*, 38(3) : 281-284.
- Bilgi M.**, 1999. «Socio-economic study of the IDE promoted micro-irrigation systems in Aurangabad and Bijapur». Prepared for Swiss Development Cooperation, New Delhi, India.
- Caswell M., Zilberman D.**, 1985. «The Choices of Irrigation Technologies in California». *American journal of Agricultural Economics*, 67 (2): (224-234).
- Domencich T., McFadden D.**, 1975. «Urban Travel Demand: Behavioral Analysis». (Charles River associates, North-Holland Amsterdam).
- Dinar A., Yaron D.**, 1992. «Adoption and Abandonment of Irrigation Technologies». *Agricultural Economics*, 6 : (315-332).
- Davies S.**, 1979. *The Diffusion of Process Innovations*. Cambridge University Press.
- Feder G., Murgai R., Quizon JB.**, 2003. «The impact of farmer field schools in indonesia». *World Bank Policy Research Working*, 3022 : (1-45).
- Featherstone AM., Kaliba ARM., Norman DW.**, 1997. «A stall-feeding management for improved cattle in semiarid central Tanzania: Factor influencing adoption». *Agricultural Economica*, p.133-146.
- Feder G., & Just RE., & Zilberman D.**, 1985. «Adoption of agricultural innovations in developing Countries : A survey». *Economic Development and Cultural Change*, 33 : ( 255 -298).
- Feder G., & Slade R.**, 1984. «The acquisition of information and the adoption of new technology». *American journal of agricultural economics*, 66 : (312 -320).

- Feder G.**, 1982. «Adoption of interrelated agricultural innovations: complementary and the risk, scale and credit». *American Journal of Agricultural Economics*, pp.94-101.
- Green G., Sunding D.**, 1997. «Land allocation, soil quality, and the demand for irrigation technology». *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 22 (3) : (367 - 375).
- Green G., Sunding D., Zilberman D., Parker D.**, 1996. «Explaining Irrigation Technology Choices: A Microparameter Approach». *American Journal of Agricultural Economics*, 78 (4): (1064-1072).
- Griliches Z.**; 1957. «Hybrid corn : an exploration in the economics of technological change». *Econometrica*, 25 : ( 501 -522).
- Hurlin C.**, 2003. «Econométrie des Variables Qualitatives : Modèles Dichotomiques Univariés». Polycopie de Cours, Statistique Appliquée. Université d'Orléans, Faculté de Droit, d'Economie et de Gestion.
- Imach, A.**, 2004. «Les caractéristiques socio-économique de la gestion de l'eau d'irrigation dans la Mitidja Ouest». Mémoire de DEA, ENSA de Montpellier.
- Imach A .**, 2008. «Construction de la demande en eau agricole au niveau régional en intégrant le comportement des agriculteurs. Application aux exploitations agricoles collectives de la Mitidja-Ouest (Algérie)». Thèse de Doctorat, Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (Agro paris Tech).
- Koundouri P., Nauges C., Tzouvelekas V.**, 2006. «Technology Adoption Under Production Uncertainty: Theory and Application to Irrigation Technology». *American Journal of Agricultural Economics*, 88 (3) : 657-670.
- Fouzai A.**, 2007. «Déterminants de l'adoption des techniques d'économie de l'eau d'irrigation : cas du périmètre privé irrigué Fej Rouissat (kairouan)». Mémoire de Master, INAT-Tunisie.
- Lichtenberg E.**, 1989. «Land Quality, Irrigation Development, and Cropping Patterns in the Northern High Plains». *American Journal of Agricultural Economics*, 71(1) : 187–194.
- Ministère de l'agriculture et du développement rural**, 2010. «*Les mécanismes de mise en œuvre du soutien sur le fonds national de développement de l'investissement agricole pour l'acquisition d'équipements d'irrigation au titre du programme annuel 2010*». Document polycopié, Alger.



- Moreno G., Sunding D.**, 2005. «Joint estimation of technology adoption and land allocation with implications for the design of conservation policy». *American Journal of Agricultural Economics*, 11(1009 -1019).
- Mansfield E.**, 1968 *Industrial Research and technological innovation*. W.W. Norton, New York.
- Mastaki Namegabe JL.**, 2006. «Le rôle des goulots d'étranglement de la commercialisation dans l'adoption des innovations agricoles chez les producteurs vivriers du Sud-Kivu (Est de la R.D. Congo)». Thèse de Doctorat, Faculté universitaire des sciences agro-nomiques de Gembloux, Belgique.
- Negri D., Brooks D.**, 1990. «Determinants of Irrigation Technology Choice». *Western Journal of Agricultural Economics*, 15 (2): 213-223.
- Narayanamoorthy A.**, 2003. «Averting water crises by drip method of irrigation : A study of two water intensive crops». *Indian Journal of Agricultural Economics*, 58(3):427 - 437.
- Office National de l'Irrigation et du Drainage (ONID).**, 2006. «Synthèse des campagnes d'irrigation : 2003-2004-2005-2006. Direction de la gestion et de l'exploitation». Ministère des ressources en eau.
- Polak P., Nanes B., Adhikari D.**, 1997. «A low-cost drip irrigation system for small farmers in developing countries». *Journal of the American Water Resources Association*, 33 (1) : 119-124.
- Rahm T., & Singh RD.**, 1988. «Farm households in rural Burkina Faso : some evidence on allocative and direct returns to schooling, and male-female labor productivity differentials». *World Development*, 16 (3) : (419-424).
- Rogers EM.**, 1983. *Diffusion of Innovations*. 3<sup>ème</sup> Edition Macmillan Publishers, London.
- Richefort L.**, 2008. «Processus de sélection des technologies d'irrigation par les agriculteurs : entre interactions sociales et choix rationnels». Thèse de Doctorat en sciences économiques, Université de la Réunion.
- Sunding D.**, 2002. «The Economics of Agricultural Water Use and the Role of Prices». Prepared for the National Academy of Sciences Washington, DC.p.39.

- Salhi S., Bedrani S.,** 2007. «Déterminants de l'adoption de l'irrigation localisée (goutte à goutte) par les agriculteurs : cas du périmètre hamiz». *Les cahiers du CREAD*, p.81-82.
- Shah T., Keller J.,** 2002. Micro-irrigation and the poor: A marketing challenge in smallholder irrigation development . In *Private irrigation in sub-Saharan Africa: Regional seminar on private sector participation and irrigation expansion in sub-Saharan Africa, 22-26 October 2001, Accra, Ghana.*
- Sutherland A.,** 1959. «Diffusion of an innovation in cotton spinning». *The Journal of Industrial Economics*. 7(2):118-135.
- Shrestha RB., Gopalakrishnan C.,** 1993. «Adoption and diffusion of drip irrigation technology: an econometric analysis». *Economic Development and Cultural Change*, Vol.41 (2):407–418.
- Uaiene R.N., Arndt C., et Masters WA.,** 2009. Determinants of agricultural technology adoption in Mozambique. Discussion papers, (67E), P.31 (3). National Directorate of Studies and Policy Analysis, Ministry of Planning and Development Republic of Mozambique.
- Upadhyay B.,** 2003. «Drip irrigation: an appropriate technology for women». *Appropriate Technology*, 30(4):31–37.
- Upadhyay B.,** 2004. «Gender aspects of smallholder irrigation technology : insights from Nepal». *Journal of Applied Irrigation Science*, 39 (2) : 315–327.
- Wu J., Adamas R., Kling C., Tanaka K.,** 2004. «From Micro-level Decisions to Landscape Changes : An Assessment of Agricultural Conservation Policies». *American Journal of Agricultural Economics*, 86(1):26-41.

## A N N E X E

**Tableau 1 : Régression bivariée**

Adoption ou non de IL	(Irrigation localisée)	Adoption ou non de IL
Adoption ou non de IL	Corrélation de Pearson	1
	Sig. (bilatérale)	
Surface agricole utile	Corrélation de Pearson	-,150
	Sig. (bilatérale)	,106
Arboriculture fruitière	Corrélation de Pearson	,944**
	Sig. (bilatérale)	,000
Subvention à l'irrigation localisée	Corrélation de Pearson	,491**
	Sig. (bilatérale)	,000
Echantillon	N	117

Source : Résultats obtenus à l'aide du logiciel SPSS version 19.0

\* La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

\*\* La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

**Tableau 2 : Régression bivariée**

	IL : Irrigation localisée	Adoption ou non de IL
Adoption ou non de IL	Corrélation de Pearson	1
	Sig. (bilatérale)	
Céréales	Corrélation de Pearson	-,202*
	Sig. (bilatérale)	,029
Serres	Corrélation de Pearson	,207*
	Sig. (bilatérale)	,025
Age	Corrélation de Pearson	-,588**
	Sig. (bilatérale)	,000
Niveau d'instruction	Corrélation de Pearson	,675**
	Sig. (bilatérale)	,000
Vulgarisation	Corrélation de Pearson	,323**
	Sig. (bilatérale)	,000
Accès au forage	Corrélation de Pearson	,092
	Sig. (bilatérale)	,325
Prix de l'eau publique	Corrélation de Pearson	-,109
	Sig. (bilatérale)	,243
Coût de l'investissent	Corrélation de Pearson	-,474**
	Sig. (bilatérale)	,000
Adhésion à l'association – irrigants	Corrélation de Pearson	-,052
	Sig. (bilatérale)	,574
Echantillon	N	117

Source : Résultats obtenus à l'aide du logiciel SPSS version 19.0

\* La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

\*\* La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Tableau 3 : Régression bivariée

	IL : Irrigation localisée)	Adoption ou non de IL
Adoption ou non de IL	Corrélation de Pearson	1
	Sig. (bilatérale)	
Exploitation agricole individuelle	Corrélation de Pearson	,122
	Sig. (bilatérale)	,190
Exploitation agricole privé	Corrélation de Pearson	,077
	Sig. (bilatérale)	,412
Exploitation agricole collective divisée	Corrélation de Pearson	-,084
	Sig. (bilatérale)	,369
Echantillon	N	117

Source : Résultats obtenus à l'aide du logiciel SPSS version 19.0

\* La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

\*\* La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).