

Titre de l'article : L'adoption de nouvelles techniques agricoles : Cas des techniques d'irrigation en Algérie.

Samir BELAIDI¹ Foued CHEHAT² Salima SALHI³ Nouera BOULFOUL⁴

Résumé

Étudier les déterminants de l'adoption des techniques d'irrigation représente un intérêt majeur afin de concevoir des politiques publiques pertinentes, développer des programmes de soutien adaptés et mettre en place des démarches de conseil ciblées pour accompagner les agriculteurs dans le changement. Depuis les années 2000, les pouvoirs publics visent à encourager la mise en place des techniques d'irrigation économes en eau. Le présent papier cherche à expliquer les comportements des agriculteurs en matière d'adoption de nouvelles techniques d'irrigation. La modélisation de l'adoption de la technique d'irrigation localisée est retenue comme le cadre méthodologique du travail, elle a permis de faire émerger les variables influençant le comportement des agriculteurs quant à la prise de décision d'adoption de la technique d'irrigation. Grâce à l'exploitation d'une base de données originale de 123 agriculteurs algériens réalisée dans le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest tranche I, nous identifions les déterminants de la décision d'adopter la technique d'irrigation localisée. Les résultats obtenus mettent en évidence le rôle déterminant du coût de l'investissement privé, la profondeur des forages d'irrigation, la subvention à l'irrigation localisée par l'Etat, alors que la variable comme la surface agricole utile est un facteur qui n'intervient pas dans le processus de choix de ce type d'irrigation.

Mots clés : Innovation, agriculture irriguée, périmètre Mitidja Ouest tranche I, adoption technique, modèle logit.

¹ École nationale supérieure agronomique d'Alger (ENSA) & Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement (CREAD). e-mail : belsamir05@yahoo.fr

² École nationale supérieure agronomique d'Alger (ENSA). e-mail : fchehat02@yahoo.fr

³ Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement. e-mail: salima_salhi@yahoo.fr

⁴ Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement. e-mail : nouaraina@yahoo.fr

1.Introduction

La problématique actuelle de l'eau en Algérie marque la présence de faits saillants, caractérisés essentiellement par l'accroissement des besoins, la surexploitation et la rareté des ressources, capables de conduire à une situation de pénurie qui menace le développement économique du pays. La rareté de l'eau a été une question importante depuis plusieurs décennies dans l'agriculture algérienne identifiée comme étant l'activité principale qui contribue à cette rareté, l'agriculture irriguée étant le principal utilisateur des eaux mobilisées (environ 70 à 80%) Salhi & Bedrani,2007)[1]. L'augmentation de l'efficacité de l'usages de l'eau d'irrigation par le secteur agricole, le plus grand utilisateur est l'une des solutions à la raréfaction de cette ressource. C'est dans ce cadre de rationalisation de la consommation agricole de l'eau que l'Etat Algérien a entamé, depuis les années 2000, la gestion de la demande d'eau d'irrigation. Les instruments mis en œuvre sont (i) des augmentations des tarifs d'eau⁵ et (ii) un programme de subvention national pour l'économie de l'eau⁶. Pour encourager les agriculteurs à adopter les techniques d'irrigation préconisées par ce programme d'économie de l'eau d'irrigation, des incitations à l'investissement ont été mises en œuvre. Nous avons fondé notre problématique en vue d'apporter plus d'explications quant aux facteurs influençant 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 technique d'introduction récente et d'autre part, elle est la technique qui garantit l'efficience la plus élevée actuellement. Dans cet article, nous nous intéresserons à identifier les facteurs qui déterminent l'adoption de l'innovation par les agriculteurs de la Mitidja Ouest tranche 1. La revue de la littérature sur les impacts de la technique d'irrigation localisée permet de justifier son utilisation principalement pour une ou plusieurs raisons suivantes: (1) en tant que moyen d'économiser l'eau dans l'agriculture irriguée et d'éviter les crises imminentes de l'eau (Narayanamoorthy 2003[2]; Polak et al, 1997[3]; Shah et Keller, 2002[4]), (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[5]; Upadhyay 2003[6]; Upadhyay 2004[7]) 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. L'irrigation localisée permet d'économiser environ 75 % de l'eau à la parcelle utilisée par l'irrigation traditionnelle. En outre cette technique permet d'économiser du travail et d'avoir de meilleurs rendements. Malgré les efforts en vue de la promotion des techniques d'irrigation, considérations qui auraient dû conduire à la généralisation de ces techniques, les résultats de ce programme sont restés en deçà des attentes⁷, l'essentiel des superficies irriguées en Algérie le sont avec la technique traditionnelle. La question principale à laquelle cherche à répondre ce travail est de savoir : Quels sont les facteurs qui influencent l'adoption de la technique d'irrigation localisée(goutte à goutte)?

L'hypothèse principale qu'on peut émettre, compte tenu de la revue de la littérature, est que l'adoption de la technique d'irrigation localisée sont influencées par les facteurs économiques. Ce papier est organisé en quatre sections. Dans la section 2, nous abordons une revue sur les principaux arguments avancés par la littérature en tant que déterminants de l'adoption de l'innovation et le développement de nos hypothèses. La section 3 présente la méthodologie qui décrit la stratégie empirique et les données utilisées pour mener cette étude. La section 4 présente les principaux résultats des estimations effectuées et la section 5 conclut l'article.

⁵ Décret exécutif n°05-14 du 09 /01/2005 une nouvelle tarification de l'eau à usage agricole est appliquée pour le périmètre de la Mitidja Ouest : tarif volumétrique =2.50 DA/m³

⁶ Subventions de 35 à 60 % du montant de l'investissement dans les techniques d'irrigation(Aspersion/Irrigation localisée)

⁷ Les superficies irriguées et équipées en technique gravitaire (méthode traditionnelle) représentent 50% et 50% par aspersion et irrigation localisée et la technique d'irrigation localisée est utilisée dans moins de 25% des surfaces irriguées agricoles à travers le territoire national.

2.Revue de la littérature et développement des hypothèses

La question de l'adoption de l'innovation en agriculture a été largement discutée depuis les travaux de (Griliches, 1957) [8]. 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)[9].

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'intrants, et l'infrastructure en tant qu'explications potentielles pour des décisions d'adoption (Feder et al., 1985 ; Stimuler et Rosenzweig 1996 ; et Kohli et Singh 1997) *In* (Uaiene et al., 2009) [10]. Selon la théorie néoclassique, les agriculteurs adoptent de nouvelles technologies si elles leur apportent des avantages économiques nets (Scherr, 2000; Kabunga et al., 2012) *In* (Derra S. 2014) [11]. Pour (Griliches, 1957) [8], les déterminants majeurs du changement technologique sont des variables économiques et qui ne changent pas de façon significative d'une région à l'autre. Toutefois, il a été démontré que les raisons pour lesquelles les agriculteurs adoptent une nouvelle technologie va au-delà du cadre de la théorie néoclassique. De nombreuses études ont analysé les variables qui influencent l'adoption de nouvelles technologies dans le secteur agricole (Feder et al., 1985; Doss, 2006; Matuschke and Qaim, 2009) *In* (Derra S. 2014) [11]. En règle générale, les variables affectant l'adoption d'une nouvelle technologie ont été classées dans les groupes suivants : a) le capital humain ou variable socio-personnelle, b) les facteurs structurels et c) le capital social (Lapar and Pandey, 1999; Lichtenberg, 2001; Kabunga et al., 2012) *In* (Derra S. 2014) [11]. En ce qui concerne le capital humain, il est d'usage d'évaluer l'effet de l'âge, du sexe, de l'éducation, de l'alphabétisation, et de l'expérience et de la formation agricoles. Parmi les facteurs structurels, la taille des exploitations et le revenu des ménages ont été largement analysés. Enfin, des études récentes ont mis l'accent sur les effets de l'accès aux réseaux sociaux sur la perception d'une nouvelle technologie par l'agriculteur et leurs conséquences sur le processus d'adoption (Winters et al., 2004; Kabunga et al., 2012; Maertens and Barrett, 2013) *In* (Derra S. 2014) [11]. Les principaux facteurs de l'adoption de la technique d'irrigation localisée dans le contexte algérien, ils sont d'ordre structurels et socio-économiques : accès à la terre, à l'eau et au capital, disponibilité et accès aux subventions, coût élevé de l'investissement l'âge de l'agriculteur et son niveau de formation. S'y ajoutent des facteurs spécifiques : types de cultures pratiquées, accès à l'encadrement et aux services de vulgarisation (Salhi et Bedrani 2007 [1], Salhi et al., 2012 [12], Belaidi, 2013 [13]) Dans cette revue de littérature nous nous concentrons sur les facteurs économiques.

2.1. Les variables économiques

En premier lieu, la taille des exploitations est l'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), *In* (Richefort, 2008) [14]. En fait, il n'y a pas une relation claire entre la taille de l'exploitation agricole et l'adoption des innovations. De nombreuses études ont montré une relation positive entre la taille de l'exploitation et l'adoption de la technologie agricole (Kasenge, 1998; Gabre-Madhin and Haggblade, 2001 Ahmed, 2004; Uaiene et al., 2009; Mignouna et al, 2011) *In* (Mwangi M., Kariuki M. (2015) [15]. Certaines études ont montré une influence négative de la taille de l'exploitation sur l'adoption de nouvelles technologies agricoles (Yaron, Dinar and Voet, 1992) [16]. D'autres études ont rapporté une relation insignifiante ou neutre avec l'adoption (Grieshop et al. 1988, Ridgley and Brush, 1992, Waller

et al. (1998) Mugisa-Mutetikka et al., (2000), Bonabana- Wabbi (2002) and Samiee et al. ,2009) *In(Mwangi M., Kariuki M.2015)* [15].

La richesse de l'exploitation agricole peut être approchée par sa taille, à travers la surface agricole utile (SAU) , la taille de l'exploitation est un indicateur de richesse de l'agriculteur et il est intuitif que l'effet de la SAU sur l'adoption soit le même que celui de la richesse (Roussy et al. 2014) [17] . A cet effet, nous allons émettre l'hypothèse suivante : **H₁ :Plus l'exploitation agricole est de grande taille, plus la probabilité d'adoption de la technique d'irrigation localisée est élevée.** En deuxième lieu, les variables relatives aux ressources financières de l'agriculteur ,l'appréciation du coût de l'investissement dans la technique d'irrigation localisée par les agriculteurs et la subvention de l'Etat pour cette technique . Mansfield (1968) [18] 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. La technique d'irrigation localisée nécessite des investissements lourds et des équipements hydrauliques. Suthernand (1958) [19] 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 : **H₂ :Plus l'appréciation du coût de l'investissement est élevé, plus les agriculteurs sont réticents quant à l'adoption de la technique d'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) [20]. Ce qui probablement favorise son adoption par les agriculteurs. **H₃ :On s'attend que la subvention à l'irrigation localisée ait un effet positif sur son adoption.** En troisième lieu la profondeur du forage d'irrigation, cette variable est d'ordre économique et technique qui traduit implicitement "le prix de l'eau du forage " et "le mode d'accès à l'eau " pourraient être des facteurs significatifs d'adoption d'une innovation. 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)*In* (Richefort, 2008) [14] ainsi que le taux d'adoption agrégée des nouvelles technologies d'irrigation plus économes en eau (Dinar & Yaron, 1992)[20]. Negri et Brooks (1990) [21] et Green et al., (1996) [22] ont montré qu'un coût élevé de l'eau accroît la probabilité d'adoption des technologies d'irrigation efficiente. Green et Sunding (1997) [23], 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'efficience de l'irrigation des systèmes adoptés. Moreno et Sunding (2005) [24] ont montré que les incitations financières, particulièrement les augmentations du prix de l'eau, peuvent avoir un grand impact sur le comportement d'adoption. Selon (Imache,2008) [25],les coûts liés aux pompes individuels dans cette nappe varient entre 3 et 7 DA/m³, le coût moyen est de l'ordre de 4 DA/m³ . Le prix du mètre cube d'eau du réseau public pratiqué par l'ONID⁸ dans la Mitidja-Ouest, est subventionné. Il est officiellement de 2,5 DA/m³. En fait, le rabattement de la nappe dans la région 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 agriculteurs à maximiser la superficie irriguée, chose possible avec la technique d'irrigation localisée. Les agriculteurs qui ont des forages et qui s'approvisionnent à partir de la nappe phréatique de la Mitidja sont prêts à abandonner le gravitaire au profit de la technique d'irrigation localisée. En conséquence, nous allons vérifier l'hypothèse suivante : **H₄ :Plus la profondeur en mètre linéaire(m) est élevée plus le prix du**

⁸ Office National pour l'Irrigation et le Drainage.

m³ de l'eau d'irrigation du forage est élevé, plus les agriculteurs sont incités à investir dans la technique d'irrigation localisée.

2.1.1. La variable dépendante et les variables indépendantes

Le tableau 1 présente un récapitulatif de l'ensemble des variables introduites dans le modèle avec leur signe attendu. La variable dépendante est binaire (adoptant de la technique d'irrigation localisée= 1; non adoptant= 0), et les variables indépendantes sont un mélange de variables binaires (muettes) et de variables continues.

Tableau 1 - Description des variables spécifiées dans le modèle logistique binaire empirique (N = 123).

Variables ou hypothèses de réponse	Acronyme	Nature de la variable	Description	L'effet attendu
			Variable dépendante & Type de mesure	
Adoption de la technique d'irrigation localisée	ADOP(Y)		L'adoption de la technique d'irrigation localisée. Elle prend la valeur 1 si la technique est adoptée, 0 si non.	
	Variables explicatives			
H ₁ : Surface agricole utile	SAU(X _{i1})	Economique et structurelle	Taille de l'exploitation (mesurée en hectares)	Positif
H ₂ : Profondeur du forage	PROFOND(X _{i2})	Economique	Mode d'accès à l'eau d'irrigation par un forage, elle est mesurée en mètre linéaire (m)	Positif
H ₃ : Coût d'investissement	INVESTI(X _{i3})	Economique	L'appréciation du coût de l'investissement par les agriculteurs de la technique d'irrigation (coût de l'investissement élevé =1, 0 = non)	Négatif
H ₄ : Subvention à l'irrigation localisée	SUBVIRRI(X _{i4})	Economique	Si l'agriculteur a obtenu (une subvention =1, 0 = non)	Positif

3. Méthodes

Cette section présente la démarche méthodologique utilisée pour mener cette étude. Elle présente de manière générale la région d'étude, décrit les méthodes de collectes des données, d'échantillonnage, d'estimation et de traitement et les techniques d'analyses.

3.1. La région d'étude

Le choix s'est porté sur le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I. Il est situé dans la wilaya de Blida à une distance de 55 km au sud-ouest d'Alger. Le périmètre a été mis en service en 1988. Il est caractérisé par un climat chaud et sec en été, froid et humide en hivers avec :

- Une saison pluvieuse de Novembre à Février.
- Une saison sèche de Juin à Septembre.
- La pluviométrie inter- annuelle moyenne est de 667mm

Il couvre une superficie totale de 8600 ha dont 7 972 ha irrigables réparties en trois secteurs (Messahel M., Benhafid M.S.,2007) [26], secteur Sud : 2 297 ha mis en exploitation depuis 1988 et secteurs Est (2 741 ha) et Ouest(2889 ha) mis en exploitation depuis 1992.

3.2. Échantillon et collecte de données

La population mère étudiée est constituée de l'ensemble des irrigants de la région de la Mitidja Ouest tranche I(Mouzaia) qui totalise 300 agriculteurs. Les données relatives aux exploitations agricoles sont issues d'une enquête technico-socio-économique qui a été conduite au cours de la campagne agricole 2016-2017 auprès de 123 exploitations réparties sur le périmètre irrigué public de la Mitidja Ouest tranche I. L'échantillon a été élaboré par la méthode aléatoire simple. Il représente 41 % de la population mère.

3.3. La taille de l'échantillon

Nous nous sommes basés sur la formule d'une population finie. En effet, pour plus de précision, nous avons recensé toutes les exploitations agricoles de la commune de Mouzaia inscrites au niveau de la chambre d'agriculture du département de Blida afin de connaître la taille de la population ciblée qui est, à ce jour, composée de 300 exploitations agricoles. La taille n de l'échantillon des agriculteurs de l'étude a été déterminée en appliquant la formule de Krejcie & Morgan(1970) [27]⁹. En appliquant cette formule, ceci permet d'obtenir une représentativité fidèle de la population, de garder un niveau de confiance à 85 % et de maintenir une précision acceptable de ± 5 %. La taille minimale de l'échantillon à enquêter est évalué à 123 agriculteurs. En utilisant Minitab¹⁰, on met les numéros des exploitations agricoles dans C₁. La commande *Sample* 300 C₁ C₂ permet d'obtenir l'échantillon aléatoire simple désiré.

3.4. Modèle logit binaire

Dans cette étude on entendra par adoption aussi bien la décision dichotomique d'adoption (adoption/rejet) que l'intensité d'adoption (choix continu de surface engagée). Le modèle *logit* a été utilisé dans cette étude car il est plus facile et plus simple à interpréter et a été largement appliqué dans les études d'adoption (Bagi, 1983; Polson[28] & Spencer, 1991[29]). Le modèle logit est généralement spécifié comme suit (Amemiya, 1985 [30]; Cameron et Trivedi, 2005[31]). $Y = f(X, e)$ Avec, Y = variable dépendante, X = matrice des variables susceptibles d'expliquer la variation de Y , e = erreur logistique de la distribution.

L'estimation de notre modèle *logit* est basée sur la méthode de maximum de vraisemblance.

Soit P_i la probabilité qu'associe le logit à l'unité d'enquête :

$$P_i = F(Y_i) = \frac{1}{1 + e^{-Y_i}}$$

$$\text{Logit}(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \dots + \beta_n X_{in} + \varepsilon_i$$

Y_i est un vecteur qui représente les caractéristiques de l'unité d'enquête, de son environnement et de l'objet de son choix ; Les β_i représentent les coefficients des variables explicatives ; Les X_{in} représentent les variables explicatives.

Le modèle empirique peut s'écrire de la manière suivante :

$$\text{Logit}(Y) = \beta_0 + \beta_1 \text{SAU} + \beta_2 \text{PROFOND} + \beta_3 \text{COUTINVESTIST} + \beta_4 \text{SUBVIRRI} + \varepsilon_i$$

Avec SAU=Surface agricole utile, PROFOND = Profondeur du forage, INVESTIS = l'appréciation du coût élevé de l'investissement par les agriculteurs de la technique d'irrigation localisée, SUBVIRRI = la subvention de l'Etat pour la technique d'irrigation localisée.

X est la variable expliquée. Les β_i représentent les coefficients des variables explicatives et ε_i sont les termes d'erreur. Si les β_i sont positifs ou négatifs et significatifs alors l'hypothèse émise est vérifiée. Au cas contraire, elle ne l'est pas.

⁹. Voir le programme calculeur de la taille d'échantillon de Krejcie & Morgan

<http://research-advisors.com/tools/SampleSize.htm>

$$n = \frac{X^2 * N * P * (1 - P)}{(ME^2 * (N - 1)) + (X^2 * P * (1 - P))}$$

n = taille de l'échantillon

N = la taille de la population

X = la valeur du khi-carré pour 1 degré de liberté au niveau de confiance souhaité (pour notre cas nous avons choisi un niveau de confiance de 85%)

p = proportion estimée de la population qui présente la caractéristique (lorsque inconnue, on utilise $p = 0.5$ ce qui correspond au cas le plus défavorable c'est-à-dire la dispersion la plus grande)

ME= marge d'erreur tolérée (traditionnellement fixée à 5%). (par exemple on veut connaître la proportion réelle à 5% près). Cette formule détermine le nombre de personnes n à interroger en fonction de la marge d'erreur ME que l'on peut tolérer sur une proportion de réponses p .

¹⁰ Minitab 18.1 est un logiciel propriétaire commercial de statistiques.

4. Résultats et Discussion

Le tableau 2 nous fournit la qualité de prédiction du modèle pour la variable de décision «Adopter ou non la technique d'irrigation localisée». La prédiction consiste à mesurer l'aptitude du modèle à reproduire les valeurs observées d'Y sur l'échantillon, qui a servi à l'estimation des coefficients à une probabilité seuil de 50% (Pr=0.5). Plus les probabilités prédites sont conformes à celles observées, on stipule que le niveau de prédiction du modèle est appréciable. Les résultats mettent en avant que le modèle prédit correctement la décision «d'adopter la technique d'irrigation localisée » dans 83,72% des cas et il prédit correctement la décision de « ne pas adopter la technique d'irrigation localisée» dans 91,25% des cas. Enfin, le modèle prédit correctement la décision des agriculteurs dans 88,62%.

Tableau 2. Prédicibilité du modèle Logit

<i>Observé</i>	Dep =1	Dep =0	Total
Pr (Dep =1) ≥0,5	36	7	43
Pr (Dep=0) <0,5	7	73	80
Total	43	80	123
Prédiction des valeurs positives			83.72%
Prédiction des valeurs négatives			91.25%
Prédiction globale du modèle			88.62%

Source: Elaboration par l'auteur de l'enquête sur le terrain (2017).

Le Tableau 3 présente les résultats de l'estimation du modèle logit(Y) qui explique la probabilité qu'un agriculteur soit adoptant de la technique d'irrigation localisée ou non. Globalement, le modèle est statistiquement valide. En effet, la validité du modèle estimé est analysée à l'aide de la statistique de Wald $\chi^2 (5) = 96,79$ testant l'égalité à 0 de tous les coefficients du modèle, il a montré que les coefficients retenus dans le modèle étaient significativement différents de zéro au seuil de 1% par conséquent, l'hypothèse de nullité des coefficients est rejetée, le test Wald χ^2 a permis aussi de tester la liaison entre chacune des variables explicatives et la variable adoption de la technique d'irrigation localisée.

Pour juger la bonne adéquation des modèles, nous avons utilisé R^2 McFadden qui est de 0,60, le R^2 est satisfaisant, la valeur élevée du R^2 est un signe d'une bonne adéquation, c'est un indicateur de la performance du modèle. Autres tests permettant la validité générale du modèle: le critère d'Akaike ($AIC= 72,42$) et le critère d'information bayésien BIC ($BIC = 86,48$). Ces deux critères sont utiles pour comparer des modèles différents portant sur les mêmes données. on préférera le modèle pour lequel ces statistiques ont la valeur la plus faible (Droesbeke et al., 2005) [32]. Dans notre cas, ces statistiques sont inférieures entre les résultats du modèle Logit et ceux du modèle Probit et donc, nous retenons le modèle Logit pour l'étude. Ensuite, nous avons testé l'indépendance des variables explicatives entre elles(cf. Tableau 5). Ceci nous a conduit à une réduction du nombre de variables et nous a permis d'éviter la multi- colinéarité. On peut donc, conclure que les variables incluses dans le modèle contribuent de façon significative à l'explication de l'adoption de la technique d'irrigation par les agriculteurs.

L'analyse de résultats du modèle économétrique Logit(Y) présenté dans(cf. Tableau 3), montre que parmi les variables significatives au seuil de 1%, on note l'appréciation du coût de l'investissement par les agriculteurs, la profondeur du forage. Au seuil de 5% la subvention par l'Etat de la technique d'irrigation localisée.

Tableau 3. Modèle Logit

Logit(Y)	Coefficients	P> z
SAU (X_{i1})	-0.0110252	0.665
PROFOND (X_{i2})	0.0865346	0.000*
INVESTIST (X_{i3})	-2.0036740	0.004*
SUBVIRRI (X_{i4})	2.4619880	0.026**
L(B)	-31.21226	
L(0)	-79.60494	
Wald chi2(5)	96.79	
Prob > chi2	0.0000	
McFadden R-square	0.6079	
Critère d'information d'Akaike AIC	72.42452	
Critère d'information bayésien BIC	86.48544	
Log-vraisemblance(LR)	-31.212258	
Obs avec Dep=0	40	
Obs avec Dep=1	83	
Nbre d'obs.	123	
	* significativité à P<1%,	
	**significativité à p<5%	

Le tableau 4 indique, pour chaque variable explicative l'impact marginal d'une augmentation de la variable sur la probabilité de l'adoption de la technique d'irrigation toute chose égale par ailleurs. La valeur numérique des coefficients du modèles logit (Y) n'ayant pas d'interprétation directe, la seule information réellement utilisable est le signe des paramètres qui indique si la variable associée influence la probabilité à la hausse ou à la baisse (Gwladys et *al.*,)[33]. L'effet des variables explicatives sur la probabilité d'adopter la technique d'irrigation localisée est appréciée à travers le calcul des effets marginaux (cf. Tableau 4).

Tableau 4 . Effets marginaux du modèle Logit

Variabes(X_{in})	dy/dx	P>z
SAU(X_{i1})	-0.0008791	0.664
PROFOND(X_{i2})	0.0069000	0.000
INVESTI(X_{i3})	-0.1597665	0.000
SUBVIRRI(X_{i4})	0.1963110	0.014

Source: Elaboration par l'auteur de l'enquête sur le terrain (2017)

Pour tester l'existence de la multi-colinéarité, les variables explicatives continues et discrètes ont été vérifiées en utilisant un facteur d'inflation de la variance (VIF) qui permet de détecter la multi-colinéarité des variables explicatives. Nous avons procédé au calcul de la statistique VIF et son inverse (1/VIF). Cette dernière(1/VIF) statistique doit être supérieure à 0,1 pour que nous puissions conclure à l'absence des problèmes de multi-colinéarité. Il semble y avoir une absence de multi-colinéarité entre les variables (cf. Tableau 5). Sur cette base, toutes les variables explicatives ont été incluses dans l'analyse finale.

Tableau 5.Facteur d'inflation de la variance (VIF)

VARIABLES	VIF	1/VIF
PROFOND	1.25	0.798286
SUBVIRRI	1.19	0.838477
INVESTI	1.15	0.869524
SAU	1.08	0.926617
MOYENNE VIF	1.17	

Source: Elaboration par l'auteur de l'enquête sur le terrain (2017)

4.1.VÉRIFICATION DES HYPOTHÈSES, ANALYSE ET DISCUSSION

4.1.1.Hypothèse relative à la surface agricole utile (SAU)

Selon les résultats de la régression logistique binaire (cf. Tableau 3), la taille de l'exploitation ne constitue pas un facteur significatif pour la prise de décision en matière d'adoption de la technique d'irrigation localisée ($C=-0.0110252$; $P\text{-valeur}=0.665$). Ce résultat pourrait être expliqué du fait de l'hétérogénéité des systèmes de cultures dans la région d'étude.

4.2.2.Hypothèse relative au coût de l'investissement

D'après les résultats de la régression logistique binaire (cf. Tableau 3), la variable appréciation du coût de l'investissement est fortement significative ($P<1\%$) mais avec un signe négatif ($C=-2.0036740$; $P\text{-valeur}=0.004$), c'est-à-dire que la présence de cette variable diminue l'adoption de la technique d'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 agriculteurs est faible, elle décroît en effet l'adoption de 16 % (cf. Tableau 5). Dans ce contexte, l'incitation financière devrait prendre en considération le coût de l'investissement élevé de la technique d'irrigation localisée subi par les agriculteurs.

4.3.3.Hypothèse relative à la profondeur du forage.

L'accès à l'eau d'irrigation par un forage est l'une des caractéristique du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest tranche I, d'autres modes d'accès sont enregistrés dans la région d'étude mais les différents types de modes d'accès coexistent dans la majorité des exploitations par l'irrigation par forage et le barrage. La variable "profondeur du forage" traduisant implicitement l'accès aux eaux souterraine de la nappe de la Mitidja et le coût d'extraction de l'eau d'irrigation, la *régression logistique* (cf. Tableau 3) montre que cette variable présente un signe positif et fortement significative ($C=0,0865346$; $P\text{-valeur}=0,000$). En d'autres termes, plus la profondeur du forage est élevée, par conséquent les coûts d'extraction de l'eau d'irrigation sont élevés, plus la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée par les agriculteurs est grande. Elle augmente en effet l'adoption de la technique d'irrigation localisée de 0,7 % (cf. Tableau 5).

4.4.4.Hypothèse relative à la subvention .

Les résultats de la régression logistique binaire (cf. Tableau 3) indiquent que la variable subvention est significative au seuil de 5% et positivement corrélée à l'adoption de la technique d'irrigation localisée ($C=2.4619880$; $P\text{-valeur}=0.026$), autrement dit, plus l'accès à la subvention de la technique d'irrigation localisée est important, plus la probabilité de l'adoption de cette technique est élevé. La subvention de l'Etat pour la technique d'irrigation localisée croît en effet l'adoption de 19,64 % (cf. Tableau 5). En somme, ces résultats confirment notre hypothèse relative à l'impact positif de la subvention sur l'adoption de la technique d'irrigation localisée.

5.Conclusion

Le modèle logit a été sélectionné pour expliquer la décision d'adoption de la technique d'irrigation localisée par les agriculteurs dans le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest tranche I. Les résultats obtenus à partir du modèle logit (Y) montrent l'importance des variables économiques dans l'explication de la décision d'adoption. Sur l'ensemble des variables

explicatives testées, trois(3) ont expliqué de manière significative l'adoption de la technique d'irrigation localisée. Elles sont réparties comme suit : économique [le coût de l'investissement (-), profondeur du forage (+), subvention par l'Etat à la technique d'irrigation localisée (+)].

Ce travail, au-delà des résultats 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 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.

Références

[1] S. Salhi , S. Bedrani , "Déterminants de l'adoption de l'irrigation localisée (goutte à goutte) par les agriculteurs : cas du périmètre Hamiz," *Les cahiers du CREAD*, pp.81-82,2007.

[2] A. Narayanamoorthy, "Averting water crisis by drip method of irrigation : a study of two water-intensive crops," *Indian journal of agricultural economics*, vol. 58 (3), pp. 427-437, 2003.

[3] P. Polak , B.Nanes ,et D.Adhikari , "A low-cost drip irrigation system for small farmers in developing countries," *Journal of the American Water Resources Association*, vol.33 (1),pp.119-124,1997.

[4]T. Shah , J. 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.

[5] M.Bilgi, "Socio-economic study of the IDE promoted micro-irrigation systems in Aurangabad and Bijapur, " IDE, New Delhi, 1999.

[6] B.Upadhyay , "Drip irrigation: an appropriate technology for women," *Appropriate Technology* , "vol.30(4), pp.31-37,2003.

[7] B. Upadhyay, "Gender aspects of smallholder irrigation technology: insights from Nepal," *Journal of Applied Irrigation Science*, vol.39(2),pp.315-327,2004.

[8] Z.Griliches, "Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change", *Econometrica*, vol.25,pp.501 -522,1957.

- [9] Mastaki Namegabe J.L.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 agronomiques de Gembloux, Belgique.
- [10] Uaiene, R., Arndt, C., Masters, W. (2009) Determinants of Agricultural Technology Adoption in Mozambique. Discussion papers No. 67^E
- [11] Derra Salif. 2014. Déterminants de l'innovation technologique sur la biomasse agricole : cas du *Jatropha Curcas* au Burkina Faso Montpellier : EDEG, 224 p. Thèse de doctorat en Economie : Montpellier SupAgro.
- [12] S.Salhi , A. Imache , JP.Tonneau , MY .Ferfera, "Les déterminants de l'adoption du système d'irrigation par goutte-à-goutte par les agriculteurs algériens de la plaine de la Mitidja," Cahiers Agricultures, vol.21 , pp.417-26,2012.
- [13] S. BELAIDI, "les déterminants de choix de l'irrigation localisée par les exploitants de la Mitidja, " *Les Cahiers Du CREAD*, vol.103, pp.157-184 ,2013.
- [14] 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.
- [15] M. Mwangi, M. Kariuki M, "Factors Determining Adoption of New Agricultural Technology by Smallholder Farmers in Developing Countries, " *Journal of Economics and Sustainable Development*, vol.6, (5),2015.
- [16] D.Yaron, A.Dinar, H.Voet, "Innovations on Family farms: The Nazareth Region in Israel," *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 74(2) pp.361-370,1992.
- [17] Roussy, C., Ridier, A., Chaïb, K. (2014). *Adoption d'innovations par les agriculteurs : rôle des perceptions et des préférences*. Presented at 8. Journées de recherches en sciences sociales (JRSS), Grenoble, FRA (2014-12-11 - 2014-12-12).
- [18] Mansfield, E. (1968) *Industrial Research and Technological Innovation: An Econometric Analysis*. Norton, New York.
- [19] A.Sutherland, "Diffusion of an innovation in cotton spinning,' *The Journal of Industrial Economics*. Vol.7(2) ,pp.118-135,1959.
- [20] A.Dinar, D. Yaron, "Adoption and Abandonment of Irrigation Technologies," *Agricultural Economics*, vol.6,pp.315-332,1992.
- [21]D.Negri, D.Brooks , "Determinants of Irrigation Technology Choice, " *Western Journal of Agricultural Economics*, vol.15(2), pp.213-223,1990.
- [22] G.Green ,D.Sunding , D.Zilberman , D.Parker , "Explaining Irrigation Technology Choices : A Microparameter Approach," *American Journal of Agricultural Economics*, vol.78 (4): pp.1064-1072 ,1996.
- [23] G.Green, D.Sunding , "Land allocation, soil quality, and the demand for irrigation technology," *Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol.22(3),pp.367 -375,1997.

- [24] G.Moreno , D.Sunding , "Joint estimation of technology adoption and land allocation with implications for the design of conservation policy," *American Journal of Agricultural Economics*, vol.11,pp.1009 -1019,2005.
- [25] Imache A.2008, Construction de la demande en eau agricole au niveau régional en intégrant le comportement des agriculteurs : applications aux exploitations agricoles collectives de la Mitidja-Ouest en Algérie. Thèse de doctorat AgroParisTech, Montpellier, 276 p.
- [26] Messahel M., Benhafid M.S, 2007. Gestion du périmètre d' irrigation de la Mitidja Ouest tranche 1 (Algérie) . Options Méditerranéennes , n° . 59. pp. 59 -66.
- [27] RV. Krejcie, DW. Morgan, "Determining Sample Size for Research Activities," *Educational and Psychological Measurement*, vol.30, pp607-661,1970.
- [28] FS.Bagi, "A Logit model of farmers' adoption decisions about credit,"*Southern Journal of Agricultural Economics*, vol.15, pp.13-19,1983.
- [29] R.Polson, DSC.Spencer , "The technology adoption process in subsistence agriculture: the case of cassava in southwestern Nigeria, " *Agric. Syst*, vol.36,pp.65-77,1991.
- [30] Amemiya, T. (1985). *Advanced Econometrics*. Cambridge, Harvard University Press.
- [31] Cameron A. C. and Trivedi, P. K.2005. *Microeconometrics. Methods and Applications*, Cambridge University Press.
- [32] J-J Drosbeke, M.Lejeune, G. Saporta,2005. *Méthodes statistiques pour données qualitatives*. Editions Technip, 276p.
- [33] T.Gwladys, L.Temple, H.Michel , "Les déterminants de l'adoption d'innovations techniques sur maïs à l'Ouest Cameroun, une contribution à la sécurisation alimentaire," 1^{ère} conférence de recherche africaine sur l'agriculture, l'alimentation et la nutrition, At Yamoussoukro, Cote d'Ivoire, 4-6 juin,2003.