



Analysis of Individual Characteristics of Farmers and their Impact on the Adoption of Irrigation Technologies

Analyse des caractéristiques individuelles des agriculteurs et leur impact sur l'adoption des technologies d'irrigation

El INTIDAMI Mohamed Elboukhary, (Enseignant-Chercheur)

Faculté des sciences appliquées Ait Melloul

Université Ibn Zohr, Agadir, Maroc

Abstract :

The water crisis in Morocco requires effective solutions to increase irrigation efficiency. Localized Irrigation Technology (LIT) presents a high efficiency rate, but its adoption is low. This study aims to identify the individual variables that influence the adoption of LIT by farmers in the Draa-Tafilalt region. A survey was conducted among 400 farmers in the Draa-Tafilalt region to collect data on the individual variables that influence the adoption of LIT. The results showed that the variables «Self-Efficacy», «Attitude» and «Level of Education» have a positive and significant effect on the probability of adopting LIT. In contrast, the variables «Age» and «Experience» have a negative and significant effect. The results of this study are of practical and operational significance. They provide information on the individual factors that condition successful adoption of LIT by farmers. The results obtained can serve as a guide for policymakers, suppliers of materials, and consultants to support the integration of innovations in agriculture.

Keywords: Adoption, localized irrigation technology, logit, Draa-Tafilalt region.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.15196669>

Résumé

La crise de l'eau au Maroc nécessite des solutions efficaces pour accroître l'efficacité de l'irrigation. La technologie d'irrigation localisée (TIL) présente un taux d'efficacité élevé, mais son adoption est faible.

Cette étude vise à identifier les variables individuelles qui influencent l'adoption de la TIL par les agriculteurs de la région Draa-Tafilalt.

Une enquête a été menée auprès de 400 agriculteurs de la région Draa-Tafilalt pour collecter des données sur les variables individuelles qui influencent l'adoption de la TIL.

Les résultats ont montré que les variables « Auto-Efficacité », « Attitude » et « Niveau d'instruction » ont un effet positif et significatif sur la probabilité d'adoption de la TIL. En revanche, les variables « Âge » et « Expérience » ont un effet négatif et significatif.

Les résultats de cette étude sont d'une portée pratique et opérationnelle évidente. Ils renseignent sur les facteurs individuels qui conditionnent une adoption réussie de la TIL par les agriculteurs. Les résultats obtenus peuvent servir de guide d'action pour les responsables publics, les fournisseurs de matériels et les consultants pour appuyer l'intégration des innovations en agriculture.

Mots clés : Adoption, la technologie d'irrigation localisée, logit, la région Draa-Tafilalt.

1. Introduction

L'adoption d'innovations dans l'agriculture est un sujet d'intérêt majeur pour les économistes spécialistes du développement, car la majorité de la population des pays en développement dépend de la production agricole pour subsister. Au Maroc, l'agriculture est un secteur économique clé, représentant une part importante de la production et de l'emploi. Il contribue à hauteur de 13% au PIB et assure près de 38% de l'emploi total. Malgré son importance, l'agriculture marocaine est encore loin de son potentiel réel en raison de contraintes telles que la rareté des ressources hydriques.

L'adoption de technologies d'irrigation économes en eau, telles que la technologie d'irrigation localisée (TIL), est essentielle pour accompagner les efforts d'adaptation au changement climatique et promouvoir une agriculture durable. Cependant, l'adoption de cette technologie dépend de facteurs économiques, institutionnels et sociaux qui peuvent influencer le choix des agriculteurs.

Il est donc crucial de comprendre les facteurs qui influencent l'adoption de la TIL pour promouvoir une agriculture durable et économe en eau au Maroc. Cette étude vise à identifier les facteurs clés qui influencent l'adoption de la TIL par les agriculteurs marocains et à proposer des recommandations pour promouvoir l'adoption de cette technologie.

Malgré les avantages de la technologie d'irrigation localisée (TIL) pour résoudre le problème de pénurie d'eau au Maroc, son adoption est encore limitée. Les incitations financières n'ont pas suffi à accélérer son adoption. Il est donc essentiel d'identifier les raisons de cette faible adoption.

La littérature montre que plusieurs variables individuelles, économiques, technologiques et institutionnelles influencent l'adoption de la TIL. Cette étude se concentre sur le rôle des variables individuelles dans l'adoption de la TIL dans la région Draa-Tafilalt.

Question de recherche : Dans quelle mesure les variables individuelles influencent-elles l'adoption de la TIL dans la région Draa-Tafilalt ?

Les six sections suivantes permettront d'apporter des éléments de réponse à cette question de recherche. Ainsi, la deuxième section expose une revue de littérature visant le choix des variables individuelles explicatives de l'adoption de la TIL ainsi que les hypothèses y afférentes. La troisième section est consacrée à la méthodologie et données. La quatrième section est relative aux résultats. La cinquième section est réservée aux discussions des résultats obtenus. La dernière section est consacrée à la conclusion et aux perspectives.

2. Revue de littérature

Dans cette étude les facteurs individuels renvoient au rôle moteur qui peuvent jouer les croyances et les caractéristiques personnelles de l'agriculteur dans l'adoption de la TIL. Ces facteurs sont considérés comme des facilitateurs ou des barrières à l'adoption de cette technologie. Dans cette étude et en s'inspirant de l'UTAUT (Venkatesh & al., 2003), du Modèle d'Acceptation de la Technologie (Davis, 1986), de la Théorie Sociale Cognitive (Bandura, 1977), de la théorie des Comportements Interpersonnels de Triandis (1980) et du contexte de la zone d'étude nous avons choisi six variables individuelles : « Auto-efficacité », « Attitude », « Innovation personnelle », « l'Age », « l'Expérience » et « le niveau d'instruction ». Dans la suite de cette section nous présenterons les six variables individuelles retenues dans cette étude ainsi que les hypothèses y afférentes.

2.1 L'Auto-efficacité

Cette variable est inspirée de la Théorie Sociale Cognitive (Bandura, 1977). L'auto-efficacité qui traduit la confiance d'une personne d'exécuter un comportement particulier. Elle se définit comme un ensemble de croyances sur la capacité d'une personne à adopter un comportement. Peu de recherches ont été faites sur les effets de l'auto-efficacité sur les comportements des agriculteurs (Momvandi & al., 2018 ; Amin & al., 2013).

Dans son étude qui a pour objectif l'identification des facteurs affectant l'utilisation des technologies d'irrigation sous pression par les agriculteurs, Momvandi & al. (2018) considère que l'auto-efficacité est la croyance d'une personne en sa capacité innée à atteindre des objectifs. Momvandi & al. (2018) a examiné la relation entre l'auto-efficacité et l'utilisation des technologies d'irrigation sous pression par les agriculteurs et affirme qu'il existe une relation positive et significative entre ces deux variables.

L'étude de Amin et al. (2013), a révélé que l'influence de la variable « auto-efficacité » sur le comportement des agriculteurs se diffère d'un pays à l'autre. Ainsi, contrairement au contexte de la Chine où l'auto-efficacité, n'a pas d'effet, au Bangladesh, l'auto-efficacité joue un rôle important dans l'intention des agriculteurs d'utiliser les TIC tel que la plate-forme de microfinance. L'auto-efficacité est considérée comme un facteur de motivation intrinsèque qui pourrait aider l'agriculteur local à adopter une technologie ou système d'information.

Dans cette étude l'auto-efficacité désigne la perception de l'habilité de l'agriculteur d'adopter la technologie d'irrigation localisée pour accomplir son travail. Par conséquent, l'hypothèse formulée pour ce facteur est la suivante :

H1 : *L'auto-efficacité influence positivement la probabilité de l'adoption la technologie d'irrigation localisée par les agriculteurs*

2.2 L'Attitude

Cette variable est inspirée du Modèle d'Acceptation de la Technologie (Davis, 1986) et la théorie des Comportements Interpersonnels de Triandis (1980). L'Attitude, explique l'évaluation positive ou négative d'exercer un comportement particulier. Elle fait référence au jugement d'un individu sur les conséquences de son comportement (fishbein & Ajzen, 1975). Si cet individu croit qu'un comportement proviendra des conséquences positives, ses attitudes seront favorables. Elle est ainsi formée par l'ensemble des croyances relatives aux conséquences de la réalisation d'un comportement. Ces croyances reflètent la probabilité subjective de l'individu d'effectuer ce comportement.

Pour l'adoption d'une innovation agricole, l'agriculteur est d'abord informé de son existence. Ensuite, Il développe une attitude à l'égard de celle-ci, puis décide de l'adopter ou de la rejeter. En principe, un agriculteur ayant une attitude favorable à l'égard d'une innovation devrait, dans un premier temps, l'adopter et ensuite l'utiliser. L'adoption donc d'une technologie agricole par un agriculteur est conditionné par son attitude. En littérature consultée plusieurs travaux de recherche ont prouvé cette relation étroite entre l'adoption des technologies agricole et l'attitude de l'adoptant (Momvandi & al., 2018 ; D. Zhou & al., 2017 ; Afshar & Zarafshani, 2010 ; Glanz et al. ,2008 ; Deyi Zhou & Abdullah ,2017 ; Aluisio & al.,2017 ;Far, S.T., & Rezaei-Moghaddam, K,2017).

Dans son étude qui a pour objectif l'identification des facteurs affectant l'utilisation des technologies d'irrigation sous pression par les agriculteurs Momvandi & al. (2018) considère que l'attitude fait référence à un ensemble d'émotions, de croyances et de comportements envers un objet, une personne, une chose ou un événement particulier et elle est toujours considérée comme un facteur important dans l'orientation du comportement humain. L'étude de Momvandi & al. (2018) a révèle que l'attitude a le plus grand impact sur l'utilisation de la technologie d'irrigation sous pression par les agriculteurs. Le même résultat a été prouvé par D. Zhou & al. (2017) en ce qui concerne l'acceptation de la technologie des pompes à eau solaires par les agriculteurs. Dans leurs études, (Afshar & Zarafshani (2010)) ; Glanz & al. (2008) cité par Momvandi & al. (2018) ont examiné la relation entre l'attitude et l'utilisation des technologies d'irrigation par les agriculteurs. Ils ont trouvé une relation positive et significative entre ces deux variables.

Pour Far, S.T., & Rezaei-Moghaddam, K. (2017), l'attitude comportementale est le facteur le plus déterminant de la volonté des consultants agricoles d'utiliser les technologies de l'agriculture de précision. Aluisio & al. (2017) dans leur étude ont montré que l'attitude des agriculteurs a un effet positif sur l'adoption et l'utilisation des technologies liées à la

production intégrée (PI) par les producteurs de haricots communs de la région centrale du Brésil.

Compte tenu de ces travaux de recherche qui ont montré une relation positive entre l'attitude est l'adoption des technologies en agriculture, l'hypothèse suivante est à vérifier :

H2 : *L'attitude de l'agriculteur influence positivement la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée*

2.3 L'Innovation personnelle

L'innovation personnelle désigne selon Agarwal & Prasad (1998) la volonté d'un individu d'essayer une nouvelle technologie. Selon ces deux auteurs la variable « innovation personnelle » influence positivement l'adoption des technologies. En littérature, peu de recherches ont été faites pour analyser la relation entre la variable « innovation personnelle » et l'adoption des technologies en agriculture (Far, S.T., & Rezaei-Moghaddam, K. (2017) ; Amin & al., 2013).

L'étude de Far, S.T., & Rezaei-Moghaddam, K. (2017), a montré que l'innovation individuelle est parmi les facteurs qui ont une influence sur l'intention comportementale des consultants agricoles d'utiliser les technologies de l'agriculture de précision. En revanche, l'étude de Amin & al. (2013), n'a révélé aucun effet direct significatif de la variable « innovation personnelle » sur l'intention des agriculteurs d'utiliser des produits et services compatibles avec les TIC tel que la plate-forme de microfinance.

Dans ce travail de recherche nous considérons que la variable « innovation personnelle » peut affecter positivement les décisions des agriculteurs en matière d'adoption de la technologie d'irrigation localisée. Nous proposerons l'hypothèse suivante :

H3 : *L'innovation personnelle influence positivement la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée*

2.4 L'Age

Le facteur âge est considéré comme l'un des facteurs décisifs en matière de la décision d'adoption des technologies agricole (Feder & Umali, 1993 ; Abdulai & Huffman, 2005 ; Wang & al., 2015). L'influence du facteur « l'âge de l'agriculteur » sur la décision d'adoption des technologies ne se prête pas à une explication facile. Cependant, il a été établi dans les recherches antérieures que l'âge était soit corrélé négativement avec l'adoption, soit n'est pas significatif dans les décisions d'adoption des agriculteurs. Empiriquement, et dans le sens où la motivation à essayer puis adopter une technologie diminue avec l'âge, il a été démontré que l'âge était un facteur explicatif important, qui influence négativement sur la décision d'adoption des technologies d'irrigation (Chuchird & al., 2017 ; Bagheri & Ghorbani, 2011 ; Abdulai & Huffman, 2005 ; Wang & al., 2015 ; B. Zhang & al., 2018). Dans ce sens, Kapemba et Nganda (2018) ont montré dans leur étude sur l'adoption de la mécanisation agricole par les agriculteurs de la cité de Kimpese au Kongo Central que la probabilité d'adoption de la mécanisation agricole est influencée négativement par l'âge du chef de ménage. Ainsi, les agriculteurs les plus jeunes manifestent plus d'intention à adopter la mécanisation agricole que les vieux. Cette relation est

expliquée par Mauceri et ses collègues (2005) & Adesina & Zinnah (1993) qui affirment qu'à mesure que les agriculteurs vieillissent, il y a une augmentation de l'aversion au risque et une diminution de l'intérêt pour l'investissement à long terme dans la ferme.

En revanche, l'étude de Salhi. S & al. (2012) visant l'identification des déterminants de l'adoption du système d'irrigation par goutte-à-goutte par les agriculteurs algériens a démontré que contrairement à ce qui est affirmé dans la littérature l'âge ne s'avère pas déterminant dans l'utilisation de la technique goutte à goutte. De même l'étude de Collas (2018) sur l'adoption des nouvelles pratiques agricoles a aboutie au même résultat.

Parmi les variables qui peuvent entraver l'adoption d'une nouvelle technologie agricole on trouve la résistance au changement technologique (debbabi, 2014) et le risque auquel l'agriculteur est confronté lors d'une nouvelle utilisation d'une technologie (Adéoti et al., 2002). Ces deux variables sont positivement corrélées avec l'âge de l'adoptant et à travers lesquelles le facteur âge influence positivement ou négativement les choix des agriculteurs.

Selon 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* ». Compte tenu de cette discussion, l'hypothèse suivante est à vérifier :

H4 : *L'âge de l'agriculteur influence négativement la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée*

2.5 L'Expérience

L'expérience agricole de l'agriculteur peut être mesurée par le nombre d'années de travail des agriculteurs dans l'agriculture. Des études antérieures ont indiqué que dans la mesure où les agriculteurs apprennent par la pratique (Adhikari & al., 2009), Une plus grande expérience peut mener à une meilleure connaissance de l'utilisation de la technologie et à la diminution de l'incertitude concernant les investissements agricoles (Feder 1982). Dans ce sens, Certaines études ont montré que le rôle de l'expérience sur l'adoption des technologies est positif (Asghar & Ghorbani (2011) ; Alam 2015 ; Baffoe-Asare & al., 2013 ; Gedikoglu & al., 2011 ; Sauer & Zilberman, 2009) c'est à dire plus l'expérience de l'exploitant est élevée, plus il est motivé à adopter les nouvelles technologies.

Bien que certains études ont montré que l'Expérience en agriculture influence sur le comportement des agriculteurs en matière d'adoption des technologies (Hisali & al., 2011 ; Seekao & Pharino, 2016 ; Alam 2015 ; Baffoe-Asare & al., 2013 ; Gedikoglu & al., 2011 ; Sauer & Zilberman, 2009), L'expérience de l'agriculteur a un impact ambigu sur l'adoption des technologies (Kebede & al., 1990 ; Knowler et Bradshaw, 2007 ; Prokopy & al., 2008 ; Rubas, 2004).

Cette ambiguïté est expliquée par Kebede & al. (1990) signalant que l'expérience de l'agriculteur joue un rôle distinct en fonction du risque perçu par ce dernier. L'expérience agricole facilite l'adoption des technologies réduisant le risque perçu (comme l'apport de plus de pesticides et d'engrais), mais elle peut avoir l'effet inverse sur l'adoption d'innovations augmentant le risque perçu. Pour Soule & al. (2000) les agriculteurs expérimentés connaissent

mieux leur contexte de production et peuvent prendre plus de risques. A l'opposé les agriculteurs les plus âgés, c'est-à-dire les plus expérimentés, ont un horizon de planification plus court qui ne les pousse pas à changer la technologie actuelle. Ce constat est confirmé par Kalantari & al. (2010) qui ont montré que les jeunes agriculteurs iraniens c'est-à-dire les moins expérimentés sont plus disposés à accepter les nouvelles technologies d'irrigation que les agriculteurs les plus âgés. Le même résultat est obtenu par Abdulai & al. (2011) chez les producteurs de légumes au Ghana et par Koundouri & al., (2006) auprès des producteurs d'olives en Grèce.

Compte tenu de cette discussion, nous proposerons l'hypothèse suivante :

H5 : *L'expérience de l'agriculteur influence négativement la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée*

2.6 Le niveau d'instruction

Dans les études antérieures sur l'adoption des technologies agricole, le niveau d'instruction de l'agriculteur a été supposée avoir un effet positif sur la décision des agriculteurs d'adopter une nouvelle technologie agricole notamment les technologies à forte intensité d'information et de gestion (Waller & al., 1998 ; Caswell & al., 2001). Le niveau d'éducation d'un agriculteur augmente sa capacité à obtenir, traiter et utiliser l'information pertinente à l'adoption d'une nouvelle technologie (Strauss et al., 1991 ; Feder & al., 1985 ; Mignouna & al., 2011 ; Feder & Slade, 1984 ; Lavison 2013 ; Namara & al., 2013).

Le niveau d'éducation de l'exploitant est généralement reconnu comme favorisant l'adoption d'innovations intensives en capital humain (Abdulai & Huffman, 2005 ; Barham & al., 2004 ; Feder & Umali, 1993 ; Foltz & Chang, 2002 ; Kebede & al., 1990 ; Sauer & Zilberman, 2009 ; Wu & Babcock, 1998).

En matière d'adoption des technologies d'irrigation, Plusieurs études ont montré que le niveau d'éducation des agriculteurs joue un rôle important dans l'adoption de ces technologies (B.Zhang & al., 2018 ; Alam, 2015 ; Cremades & al., 2015 ; Fernandez-Cornejo & al., 2005 ; Saha & Schwart, 1994 ; Mwangi & Kariuki, 2015 ; Feder & al., 1985 ; Kemp, 1997 ; Saviotti, 2001). Ces auteurs ont montré que les agriculteurs mieux éduqués sont souvent mieux placés pour comprendre et apprécier les avantages de l'adoption des technologies d'irrigation. Ce constat est conforme à l'idée selon laquelle l'éducation est importante pour aider les agriculteurs à prendre des décisions concernant l'adoption de nouvelles innovations et technologies (Abdulai & Huffman, 2005 ; Abdulai & al., 2011).

En Iran ,Asghar et Ghorbani (2011) ont montré que l'adoption de l'irrigation par micro-irrigation a été influencée de manière positive par le niveau d'éducation supérieur des agriculteurs et par conséquent, les adoptants étaient plus scolarisés que les non adoptants. Le même résultat est obtenu par Huffman (1977) pour qui un niveau plus élevé d'éducation des exploitants agricoles encourage l'adoption des innovations et par Namara & al. (2007) qui ont obtenu le même résultat en Inde : les producteurs de légumineuses et d'oléagineux plus scolarisés étaient plus susceptibles d'adopter une irrigation au goutte-à-goutte et par micro-aspiration, considérées comme des technologies plus efficaces pour économiser l'eau. En

général, on s'attend à ce que les agriculteurs ayant un niveau d'éducation supérieur soient mieux informés de l'existence et des performances de différentes technologies d'irrigation (Abdulai & al., 2011).

Au Maroc, la technologie d'irrigation localisée est encore à ses débuts, en particulier dans la région d'étude. Il est donc raisonnable de croire que les agriculteurs qui ont l'intention d'adopter la technologie d'irrigation localisée auront des niveaux d'éducation plus élevés que les non-adoptants.

Dans cette étude et même si certains travaux ne trouvent pas de relations significatives entre l'éducation et l'adoption (Grieshop & al., 1988 ; Khanna, 2001 ; Banerjee & al., 2008 ; Samiee & al., 2009 ; Ishak & Afrizon, 2011 ; Knowler & Bradshaw, 2007), on peut considérer que le niveau d'instruction de l'exploitant pourrait influencer positivement ou négativement l'adoption de la technologie. En conséquent, nous allons vérifier l'hypothèse suivante :

H6 : *Plus le niveau d'instruction est élevé, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée*

3. Méthodologie et données

3.1 Questionnaire : Elaboration, mode d'administration et validité

Partant de la nature de notre problématique et pour pouvoir tester les hypothèses bâtis autour de notre modèle conceptuel, nous avons adopté dans le présent travail la démarche hypothético-déductive qui s'inscrit dans une perspective « positiviste » et la méthode quantitative par questionnaire en face à face comme stratégie de la recherche.

L'élaboration du questionnaire et le choix des mesures pour chaque variable a été faite sur la base des hypothèses de recherche qui sous-tendent notre modèle conceptuel et la revue de littérature.

La variable dépendante de notre modèle conceptuel est l'adoption ou non de la technologie d'irrigation localisée par les agriculteurs. Il s'agit d'une variable dichotomique ou variable à choix binaire. Dans notre cas la variable dépendante ou à expliquer est codé de la façon suivante : 1 si l'agriculteur adopte la technologie d'irrigation localisée ; 0 s'il ne l'adopte pas. Dans cette étude les variables explicatives qui déterminent l'adoption de la technologie d'irrigation localisée sont : Auto-efficacité, Attitude, Innovation personnelle, l'Age, l'Expérience et le niveau d'instruction.

Pour mesurer les variables indépendantes, Auto-efficacité, Attitude et Innovation personnelle, nous avons choisi le recours à la méthode subjective ou perçue. Le tableau n°1 présente les variables du modèle ainsi que le mode de leurs opérationnalisations.

Tableau n° 1: les variables du modèle ainsi que le mode de leurs opérationnalisations

Variables	Codage	Mesure
Adoption	Adop	1 si l'agriculteur adopte la technologie d'irrigation localisée ; 0 s'il ne l'adopte pas
Variables explicatives		
Auto-efficacité	A_eff 1	Je pourrais utiliser la technologie d'irrigation localisée même s'il n'y avait personne autour de moi pour me dire que faire.
	A_eff 2	Je pourrais utiliser la technologie d'irrigation localisée si je pouvais appeler quelqu'un pour m'aider au cas où je sois bloqué.
	A_eff 3	Je serais capable d'utiliser la technologie d'irrigation localisée si j'ai vu un collègue en train de l'utiliser avant que je l'essai moi-même.
	A_eff 4	Je serais capable d'utiliser la technologie d'irrigation localisée si quelqu'un me montre tout d'abord comment l'utiliser.
Attitude	Att 1	La technologie d'irrigation localisée permet de résoudre la crise de l'eau
	Att 2	La technologie d'irrigation localisée permet d'améliorer l'efficacité de l'irrigation
	Att 3	La technologie d'irrigation localisée permet de réaliser des bénéfices
	Att 4	La technologie d'irrigation localisée permet d'étendre la surface cultivée sous irrigation
	Att 5	La technologie d'irrigation localisée permet de faire des nouvelles cultures plus rentables
	Att 6	La technologie d'irrigation localisée rend l'agriculture plus intéressante
Innovation personnelle	Ino_Per 1	Je ne suis pas réceptif aux nouvelles technologies agricoles tel que la technologie d'irrigation localisée
	Ino_Per 2	Je ne fais pas confiance aux nouvelles technologies agricoles tel que la technologie d'irrigation localisée que lorsque, la majorité des voisins les ont adoptés
	Ino_Per 3	J'hésite généralement à essayer les nouvelles technologies agricoles tel que la technologie d'irrigation localisée
L'âge	Age	L'âge en années
L'Expérience	Exp	Nombre d'années dans l'agriculture
Le niveau d'instruction	Ni_in	1 si Jamais scolarisé ; 2 si primaire ; 3 si secondaire ; 4 si supérieure ;

Source : Auteur

Il est important de préciser que le choix de l'entretien en face à face à l'aide de notre

questionnaire n'est pas dû au hasard. Ce mode est considéré comme le mode de collecte le plus performant en termes de quantité et de qualité des informations recueillies. Aussi, La spécificité de notre objet de recherche qui porte généralement sur les perceptions et les attitudes des agriculteurs quant à l'utilisation de la technologie d'irrigation localisée, d'une part, et les spécificités de la population étudiée (les agriculteurs) qui une population généralement non instruite d'autre part. nous ont obligé de choisir ce mode d'administration qui permet d'être proche de l'agriculteur interrogé et d'écartier la possibilité d'usage d'autres mode d'administration du questionnaire qui exigent un niveau moyen d'instruction.

Dans le cadre de ce travail de recherche, une fois le questionnaire établi, la validité du questionnaire et de son contenu a été vérifiée en deux étapes :

La première étape est la validité de son contenu qui a été déterminée par la consultation de deux professeurs de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, un professeur à la FSJES¹ de Marrakech et un ingénieur expert en irrigation à l'ORMVAO² qui ont évalué la pertinence et l'objectivité de chaque élément du questionnaire et la durée du questionnaire : une durée de réponse entre 20 et 30 minutes a été fixée.

Le pré-test auprès des agriculteurs est la deuxième étape de ce processus de validité du questionnaire. Ainsi, et une fois le questionnaire est rétabli, nous avons jugé utile de le pré-tester. Pour cette étude, 20 agriculteurs de la province de Midelt³, ont été interrogés pendant ce pré-test qualifié d'étude pilote. D'abord on a demandé aux autorités locale la permission de mener des entrevues avec 20 agriculteurs. Après avoir reçu la permission, on a ensuite choisi aléatoirement et selon leur disponibilité 20 agriculteurs dont 5 adoptants de la technologie d'irrigation localisée. Cela a été important dans le processus de recherche car cela nous a aidé à identifier les questions vagues et les instructions peu claires. Il nous a également aidé à saisir les commentaires et suggestions importants des agriculteurs, de découvrir le vocabulaire adéquat, les termes d'usage courant et de repérer le sens accordé aux mots. Chose qui nous a permet d'améliorer l'efficacité de notre questionnaire. Reste à préciser qu'au moment des entretiens nous avons constaté que réalisé des entretiens avec les agriculteurs en langue locale à l'aide d'un questionnaire en langue française est très difficile à gérer et peut être même une source de mécontentement de l'agriculteur. Pour cela nous avons décidé de se basé sur un questionnaire en langue Arabe, la langue utilisée principalement par les agriculteurs de la zone d'étude.

Après avoir présenté et expliqué comment le contenu de notre questionnaire a été construit, ainsi que la validation et le mode d'administration retenu pour la collecte des données. Dans la suite de cette section nous présenterons la taille de l'échantillon et la technique d'échantillonnage.

3.2 Echantillonnage et modèle d'analyse des données

¹ Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales de Marrakech

² Office régionale de mise en valeur agricole -Ouarzazate

³ C'est parce qu'il s'agit d'une province qui fait partie de la zone principale d'étude et la plus proche de nous.

L'étude a ciblé les exploitations agricoles de la région Drâa-Tafilalet. Pour une population totale d'environ 95 643 exploitations agricoles à la région Drâa-Tafilalet, et en se basant sur la formule de Cochran, un échantillon minimum de 3834 est calculé pour un niveau de confiance de 95% ($z = 1.96$) et une marge d'erreur de précision de 5 %.

Pour la proportion estimée (p) de la population qui présente la caractéristique étudiée dans le cadre de cette recherche à savoir l'adoption ou non de la technologie d'irrigation localisée et faute de disposer d'une connaissance absolue sur la proportion des agriculteurs adoptants, on a utilisé $p = 0.5$ ce qui correspond au cas le plus défavorable c'est-à-dire la dispersion la plus grande et qui maximise la taille minimale de l'échantillon.

Pour le choix de 400 agriculteurs de la région Drâa-Tafilalet, et vu l'absence d'une liste complète des exploitations agricoles de la région Draa Tafilalt à partir de laquelle nous pouvons tirer un échantillon aléatoire et afin d'obtenir une représentation équitable des agriculteurs de chacune des provinces, on a utilisé la technique d'échantillonnage proportionnelle à la taille de la population de la province (tableau n°2). Ensuite, les agriculteurs de chacune des cinq provinces ont été sélectionnés au hasard selon leur disponibilité et leur volonté de participer aux entretiens.

Tableau 2: Le nombre des agriculteurs enquêtés par province selon la technique d'échantillonnage proportionnelle à la taille de la population de la province

Provinces	Nombre des exploitations agricoles (population)	Pourcentage (%)	Nombre des exploitations agricoles (Echantillon)
Province Errachidia	18 588	19,43	78
Province Ouarzazate	17 978	18,80	75
Province Midelt	17 968	18,79	75
Province Zagora	20051	20,96	84
Province Tinghir	21058	22,02	88
Région :Drâa - Tafilalet	95 643	100	400

Source : Calcul de l'auteur à partir des données du recensement général de l'agriculture 2016

Pour pouvoir tester les hypothèses nous avons effectué l'analyse confirmatoire qui nous a permis l'analyse des relations entre les variables du modèle étudié. A cet effet, nous avons utilisé le modèle de régression logistique binaire pour tester les hypothèses de recherche et identifier les variables qui influencent le plus sur l'adoption de la technologie d'irrigation localisée dans la zone d'étude. Ce modèle s'écrit comme suit :

$$\text{Log} (P_i/1-P_i) = \beta_0 + \beta_i \text{déterminants individuels} + \varepsilon$$

⁴ Dans cette recherche et afin d'améliorer la représentativité de notre échantillon et pouvoir faire des généralisations en toute confiance, nous avons opté pour un échantillon de 400 agriculteurs au lieu du minimum calculé de 383 agriculteurs.

Où

β_i ($i = 1,2,3,4,5,6$) sont les coefficients rattachés aux déterminants individuels de l'adoption de la technologie d'irrigation localisée à savoir Auto-efficacité, Attitude, Innovation personnelle, l'Age, l'Expérience et le niveau d'instruction. ϵ est le terme d'erreur

4. Résultats et discussions

4.3 Résultats de l'estimation du modèle

En régressant les six déterminants individuels sur la variable dépendante « adoption de la TIL », nous avons obtenu les résultats indiqués dans les tableaux suivants.

En ce qui a trait au pouvoir explicatif, en utilisant le test Nagelkerke R Square qui est la version ajustée du test de Cox & Snell indiqué dans le tableau suivant, nous constatons que les déterminants individuels permettent d'expliquer 61.2% de la variance totale de l'adoption de la TIL par les agriculteurs de la régions Draa Tafilalt.

Tableau 3 : Pouvoir explicatif du modèle

Log de vraisemblance -2	R-deux de Cox et Snell	R-deux de Nagelkerke
289,339	0,448	0,612

Source : Calcul de l'auteur à l'aide de SPSS

Ce résultat est conforté par l'amélioration du pourcentage global de classification indiquée dans le tableau suivant. Les variables d'ordre individuels permettent elles seules de classer correctement 86.5% des agriculteurs entre adoptant et non-adoptant de la TIL. Ce résultat confirme l'idée selon laquelle « les déterminants individuels influencent significativement l'adoption de la technologie d'irrigation localisée par les agriculteurs ».

Tableau 4 : Tableau de classification du modèle après l'introduction des variables explicatives

Observé		Prévisions		
		Adoption		Pourcentage correct
		Non Adoptant de TIL	Adoptant de TIL	
Adoption	Non Adoptant de TIL	232	20	92,1
	Adoptant de TIL	34	114	77
Pourcentage global				86,5

Source : Calcul de l'auteur à l'aide de SPSS

Le résultat de la régression logistique binaire au niveau du tableau ci-dessous indique que l'ensemble des variables individuelles retenues dans cette étude, à l'exception de la variable « innovation personnelle », ont un effet significatif sur la probabilité d'adoption de la TIL au seuil de signification de 1%.

Tableau 5 : Résultats de la régression logistique binaire des variables individuelles

Variabes	B	E.S	Wald	ddl	Sig.	Exp(B)
----------	---	-----	------	-----	------	--------

Pas 1	L'âge	-0,049	0,015	9,935	1	0,002	0,953
	L'Expérience	-0,091	0,018	25,715	1	0.000	0,913
	Le niveau d'instruction	0,414	0,154	7,239	1	0,007	1,513
	Auto-efficacité	1,054	0,222	22,48	1	0.000	2,869
	Attitude	1,438	0,197	53,167	1	0.000	4,211
	Innovation personnelle	-0,077	0,235	0,106	1	0,744	0,926
	Constante	-6,156	1,415	18,926	1	0	0,002

Source : Calcul de l'auteur à l'aide de SPSS

D'après ces résultats, les variables « Auto-Efficacité », « Attitude » et « Le niveau d'instruction » ont un effet positif et significatif sur la probabilité d'adoption de la TIL au seuil de signification de 1%. En revanche, les variables « L'âge » et « L'Expérience » ont un effet négatif et significatif sur la probabilité d'adoption de la TIL au seuil de signification de 1%. Tandis que l'effet de la variable « innovation personnelle » sur l'adoption de la TIL dans la région de Draa Tafilalt s'est avéré non significatif.

Par conséquent, et en se basant sur les résultats de la régression logit binaire visant l'estimation du modèle explicatif des variables individuels d'adoption de la technologie d'irrigation localisée avec la méthode d'entrer des variables explicatives, « Entrez » sous SPSS 25, les hypothèses H1, H2, H4, H5 et H6 sont confirmées. Par contre l'hypothèse H3 est rejetée. À partir des résultats du tableau précédent le modèle des déterminants individuels qui permettra de prédire l'adoption de la TIL dans la région de Draa Tafilalt, s'écrit comme suit :

$$\text{Log (P/1-P)} = 1,054*(\text{Auto-Efficacité}) +1,438*(\text{Attitude})- 0,077*(\text{Innovation personnelle}) +0,414*(\text{Le niveau d'instruction}) -0,049*(\text{L'âge}) -0,091*(\text{L'Expérience})-6.156$$

5. Discussion des résultats

L'objet de cette section est de discuter les résultats obtenus des analyses économétriques et de les confronter à ceux des études antérieures.

Les résultats de l'estimation du modèle explicatif des variables individuels d'adoption de la technologie d'irrigation localisée ont montré que la variable « L'innovation personnelle » n'a pas montré une significativité. Par contre les variables individuelles telles que « L'âge », « L'Expérience », « Le niveau d'instruction », « Auto-Efficacité » et « Attitude » présentent une influence significative sur la probabilité d'adoption de la TIL dans la région Draa Tafilalt. La significativité de ces variables confirme un résultat déjà mis en évidence par la littérature référencée pour expliquer les décisions individuelles d'adoption de nouvelles technologies en agricultures. Cependant, contrairement aux conclusions de certaines études sur l'adoption de la TIL à l'instar de celle de Salhi. S & al. (2012) visant l'identification des déterminants de l'adoption du système d'irrigation par goutte-à-goutte par les agriculteurs algériens et qui a démontré que l'âge ne s'avère pas déterminant dans l'utilisation de la TIL, notre analyse souligne une influence négative et significative de « L'âge » sur la probabilité d'adoption de la

TIL ($B = -0,049$) : les agriculteurs les plus jeunes manifestent plus d'intention à adopter la TIL que les vieux.

Cette influence négative de « L'âge » confirme les résultats d'études référencées dans la littérature (Chuchird & al., 2017 ; Bagheri & Ghorbani, 2011 ; Abdulai & Huffman, 2005 ; Wang & al., 2015 ; B. Zhang & al., 2018). Ces dernières étaient arrivées à la conclusion suivante : Le facteur âge est considéré comme l'un des facteurs décisifs en matière de la décision d'adoption des technologies agricole. Les explications données dans la littérature à ce résultat est qu'à mesure que les agriculteurs vieillissent, il y a une augmentation de l'aversion au risque et une diminution de l'intérêt pour l'investissement à long terme (Mauceri et ses collègues, 2005 ; Adesina & Zinnah, 1993).

Par ailleurs, la variable « L'Expérience », mesurée par le nombre d'années de travail des agriculteurs dans l'agriculture et qui est souvent corrélée à l'Age de l'agriculteur présente également une influence négative sur la probabilité d'adoption de la TIL dans la région Draa Tafilalt ($B = -0,085$) au seuil de signification de 1 %. Cela signifie que, plus l'expérience de l'agriculteur est importante plus la probabilité d'adoption de la TIL par l'agriculteur est faible.

Ces résultats sont compatibles avec notre hypothèse de recherche et les travaux de Kalantari & al. (2010) qui ont montré que les jeunes agriculteurs iraniens c'est-à-dire les moins expérimentés sont plus disposés à accepter les nouvelles technologies d'irrigation que les agriculteurs les plus âgés. Le même résultat est obtenu par Abdulai et al. (2011) chez les producteurs de légumes au Ghana et par Koundouri et al. (2006) auprès des producteurs d'olives en Grèce. Ces conclusions s'expliquaient par le fait que les agriculteurs les plus expérimentés, c'est-à-dire les plus âgés, ont un horizon de planification plus court qui ne les pousse pas à adopter une nouvelle technologie.

L'influence négative de « L'Expérience » sur l'adoption de la TIL par les agriculteurs de la région Draa Tafilalt est en contradiction avec les résultats révélés par Asghar & Ghorbani (2011) ; Alam (2015) ; Baffoe-Asare & al. (2013) ; Gedikoglu & al. (2011) ; Sauer & Zilberman (2009) qui ont montré que le rôle de l'expérience sur l'adoption des technologies est positif.

La variable « Auto-efficacité » joue aussi un rôle très important dans l'adoption de la TIL dans la région Draa Tafilalt. La variable « Auto-efficacité » qui désigne la perception de l'habileté de l'agriculteur d'adopter la technologie d'irrigation localisée pour accomplir son travail, a un effet positif et significatif sur la probabilité d'adoption de la TIL au seuil de signification de 1% ($B = 1,226$). Les résultats de l'estimation du modèle explicatif des variables individuels d'adoption de la TIL ont confirmé notre hypothèse de recherche et les conclusions antérieures de Momvandi & al. (2018) dans leur étude sur les facteurs affectant l'utilisation des technologies d'irrigation sous pression et qui a révélé l'existence d'une relation positive et significative entre l'auto-efficacité et l'utilisation des technologies d'irrigation sous pression. Le résultat trouvé dans ce travail de recherche indique que l'ensemble de croyances de l'agriculteur en ce qui concerne sa capacité à adopter la TIL augmente la probabilité d'adoption de ladite technologie. La variable « Attitude », est inspirée du Modèle d'Acceptation de la Technologie (Davis, 1986) et la théorie des Comportements Interpersonnels de Triandis (1980). Elle explique l'évaluation positive ou négative d'exercer un comportement particulier. Elle fait référence au jugement de

l'agriculteur sur les conséquences de son comportement d'adoption de la TIL. En principe, un agriculteur ayant une attitude favorable à l'égard de la TIL devrait l'adopter. Dans ce travail de recherche, nous avons considéré que l'adoption de la TIL par un agriculteur est conditionnée par son attitude. Dans cette analyse, Comme dans le Modèle d'Acceptation de la Technologie (Davis, 1986) , la variable « Attitude » présente un effet positif et significatif sur la probabilité d'adoption de la TIL au seuil de signification de 1% ($B= 1,438$). Les travaux portant sur l'adoption des nouvelles technologies d'irrigation, notamment ceux de (Momvandi & al. , 2018 ; Afshar & Zarafshani, 2010, Glanz & al., 2008 ;D. Zhou & al., 2017 ont abouti aux mêmes conclusions. L'étude de Momvandi & al. (2018) a révèlè que l'attitude a le plus grand impact sur l'utilisation de la technologie d'irrigation sous pression par les agriculteurs. Le même résultat a été prouvé par D. Zhou & al. (2017) en ce qui concerne l'acceptation de la technologie des pompes à eau solaires par les agriculteurs. Aussi, dans leurs études, Afshar & Zarafshani (2010) ; Glanz & al. (2008) ont montré cette influence positive et significative de l'attitude sur l'adoption des technologies d'irrigation. Dans notre contexte d'étude, ce résultat signifie que, plus l'agriculteur juge que la TIL permet de résoudre la crise de l'eau, d'améliorer l'efficacité de l'irrigation, de réaliser des bénéfices ou permet de pratiquer des nouvelles cultures plus rentables, plus sa probabilité de l'adopter est importante.

En ce qui concerne le rôle de la variable « Le niveau d'instruction » dans l'adoption de la TIL dans la région Draa Tafillalt, contrairement à certains travaux qui ont rapporté un effet non significatif ou négatif du niveau d'instruction sur le taux de l'adoption des technologies en agriculture (Grieshop & al., 1988 ; Khanna, 2001 ; Ishak & Afrizon, 2011), notre étude a montré l'importance de cette variable dans l'adoption de la TIL. Les résultats de l'estimation du modèle explicatif des variables individuels d'adoption de la technologie d'irrigation localisée ont montré que « Le niveau d'instruction » présente une influence positive et significative sur la probabilité d'adoption de la TIL au seuil de signification de 1% ($B= 0,414$). Cela signifie que « Le niveau d'instruction » est donc important dans la construction de la décision des agriculteurs en matière d'adoption ou non de la TIL. Il permet entre autres de comprendre et apprécier les avantages de l'adoption de cette technologie. Ce constat est conforme à l'idée selon laquelle l'éducation est importante pour aider les agriculteurs à prendre des décisions concernant l'adoption de nouvelles innovations et technologies (Abdulai & Huffman, 2005 ; Abdulai & al., 2011). En effet, ce résultat corrobore ceux de Asghar et Ghorbani (2011) qui ont montré qu'en Iran , le niveau d'éducation supérieur des agriculteurs influence de manière positive l'adoption de l'irrigation par micro-irrigation et par conséquent, les adoptants sont plus scolarisés que les non adoptants. Le même résultat a été obtenu en Inde par Namara & al. (2007).

Dans la région d'étude, la technologie d'irrigation localisée est encore à ses débuts. Il est donc raisonnable à notre sens de trouver que les agriculteurs qui adoptent la technologie d'irrigation localisée ont des niveaux d'instruction plus élevés que les non-adoptants.

6. Conclusion et perspective

Cette étude vise à comprendre le rôle des croyances et des caractéristiques des agriculteurs

dans l'adoption de la technologie d'irrigation localisée (TIL) dans la région de Draa-Tafilalt. Les résultats montrent que les variables « Auto-Efficacité », « Attitude » et « Niveau d'instruction » ont un effet positif et significatif sur la probabilité d'adoption de la TIL. En revanche, les variables « Âge » et « Expérience » ont un effet négatif et significatif. L'effet de la variable "Innovation personnelle" est non significatif.

Ces résultats permettent d'expliquer 61,2% de la variance totale de l'adoption de la TIL par les agriculteurs de la région. Cette étude contribue à une meilleure compréhension des déterminants de l'adoption des innovations en agriculture. Des études futures pourraient explorer l'adoption de différents types d'innovations (produit, procédé, organisation, commercialisation) pour développer un modèle prédictif intégrateur de l'adoption des innovations en agriculture marocaine.

Cette recherche ouvre des perspectives pour les décideurs politiques, les agriculteurs et les organisations de développement agricole. Elle souligne l'importance de prendre en compte les caractéristiques individuelles des agriculteurs dans la conception et la mise en œuvre des programmes de développement agricole.

Bibliographie

- (1) Abdulai, A., & Huffman, W. E. (2005). The diffusion of new agricultural technologies: The case of crossbred-cow technology in Tanzania. *American Journal of Agricultural Economics*, 87(3), 645-659.
- (2) Adeoti, A.I. (2008). Factors Influencing Irrigation Technology Adoption and its Impact on Household Poverty in Ghana.
- (3) Adesina, AA & MM Zinnah, 1993, 'Technology characteristics, Farmers' perception and adoption Decisions: A Tobit model Application in Sierra Leone', *Agricultural Economics*.Vol. 9, pp. 297-311
- (4) Bagheri, Asghar & Ghorbani, Ardavan. (2011). Adoption and non-adoption of sprinkler irrigation technology in Ardabil Province of Iran. *African Journal of Agricultural Research*. 6. 1085-1089.
- (5) Bonabana-Wabbi, J. (2002). Assessing factors affecting adoption of agricultural technologies: The case of Integrated Pest Management (IPM) in Kumi District, Eastern Uganda (Doctoral dissertation, Virginia Tech).
- (6) Bourbonnais R.(2015): *Econométrie: Manuel et exercices corrigés*. Ed. Dunod.Collection Eco Sup. 9ème édition. 380 pages.
- (7) Adesina, A. (1995). Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics*, 13(1), 1-9.
- (8) Agarwal, R. and Prasad, J. (1997) The Role of Innovation Characteristics and Perceived Voluntariness in the Acceptance of Information Technologies. *Decision Sciences*, 28, 557-582.
- (9) Aluisio Goulart Silva, Maurizio Canavari et Katia Laura Sidali, (2017). Modèle d'acceptation technologique de l'intention des producteurs de haricots communs d'adopter la production intégrée dans la région centrale du Brésil *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment* Volume 68, Issue 3, 131-143, 2017.
- (10) Amin, Md. Khaled and Jinghua Li. (2014). "Applying Farmer Technology Acceptance Model to Understand Farmer's Behavior Intention to use ICT Based Microfinance Platform: A Comparative analysis between Bangladesh and China."

- (11) Benouniche M, Kuper M, Poncet J, Hartani T, Hammani A, 2011. Quand les petites exploitations adoptent le goutte-à-goutte : initiatives locales et programmes étatiques, Tirés à part : M. Benouniche dans le Gharb (Maroc). Cah Agric 20 : 40-7.
- (12) Birol, E., Koundouri, P., & Kountouris, Y. (2010). Assessing the economic viability of alternative water resources in water-scarce regions: Combining economic valuation, cost-benefit analysis and discounting. *Ecological Economics*, 69(4), 839-847.
- (13) Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.
- (14) Davis, Fred. (1987). User acceptance of information systems : the technology acceptance model (TAM).
- (15) Deyi Zhou & Abdullah, (2017), The acceptance of solar water pump technology among rural farmers of northern Pakistan: A structural equation model, *Cogent Food & Agriculture* 3: 1280882.
- (16) Doss, C.R. 2003. Understanding Farm Level Technology Adoption: Lessons Learned from CIMMYT's Micro Surveys in Eastern Africa. CIMMYT Economics Working Paper 03-07. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- (17) El intidami, M., & Benamar, F. (2020). Approche économique de l'analyse des déterminants socioéconomiques de l'adoption des innovations et technologies en agriculture : Cas de la technologie d'irrigation localisée (TIL). *Alternatives Managériales Economiques*, 2(3), 237-258.
- (18) El Intidami, M. E., & Benamar, F. (2020b). Adoption de la technologie d'irrigation localisée (TIL) par les agriculteurs de la province de Zagora : Rôles des perceptions aux attributs de la technologie. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 1(2), 210-229.
- (19) Far, S. T., & Rezaei-Moghaddam, K. (2017). Determinants of Iranian agricultural consultants' intentions toward precision agriculture: Integrating innovativeness to the technology acceptance model. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(3), 280-286.
- (20) Feder, G., & Umali, D. L. (1993). The adoption of agricultural innovations. *Technological Forecasting and Social Change*, 43(3-4), 215-239.
- (21) Ghadim, A. K. A., Pannell, D. J., & Burton, M. P. (2005). Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation. *Agricultural economics*, 33(1), 1-9.
- (22) Grewal, D., & Compeau, L. D. (1992). Comparative Price Advertising: Informative or Deceptive? *Journal of Public Policy & Marketing*, 11(1), 52-62.
- (23) Green, G., Sunding, D., Zilberman, D., & Parker, D. (1996). Explaining Irrigation Technology Choices: A Microparameter Approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 78(4), 1064.
- (24) Huang, Qiuqiong & Xu, Ying & Kovacs, Kent & West, Grant. (2017). Analysis of Factors that Influence the Use of Irrigation Technologies and Water Management Practices in Arkansas. *Journal of Agricultural and Applied Economics*. 49. 10.1017/aae.2017.3.
- (25) Khan S, Cao QY, Zheng M, et al. 2008. Health risks of heavy metals in contaminated soils and foodcrops irrigated with wastewater in Beijing, China. *Environ Pollut* 152:686-92.
- (26) Koundouri P., Nauges C. and Tzouvelekas V., 2006. Technology Adoption under Production Uncertainty : Theory and Application to Irrigation Technology ", *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 88, pp. 657-670.

- (27) Leathers, H. D., and M. Smale (1992), "A Bayesian approach to explaining sequential adoption of components of a technological package", *American Journal of Agricultural Economics*, 68: 519–527.
- (28) Lindner, R. K. (1987), "Adoption and diffusion of technology: an overview", in B. R. Champ, E. Highley and J.V. Remenyi (eds.), *Technological Change in Postharvest Handling and Transportation of Grains in the Humid Tropics*, ACIAR Proceedings No. 19, ACIAR, Canberra, pp. 144-151.
- (29) Momvandi, A., Omid Najafabadi, M., Hosseini, J., & Lashgarara, F. (2018). The Identification of Factors Affecting the Use of Pressurized Irrigation Systems by Farmers in Iran. *Water*, 10(11), 1532.
- (30) Nejadrezaei, Nima & Sadeghzadeh, Mina & Allahyari, Mohammad S. (2015). Effective Factors on Adoption Technology among Trout Fish Farms in Guilan Province.
- (31) Nima Nejadrezaei, Mohammad Sadegh Allahyari, Mina Sadeghzadeh, Anastasios Michailidis et Hamid El Bilali (2018), Facteurs influant sur l'adoption de la technologie d'irrigation sous pression chez les oléiculteurs du nord de l'Iran.
- (32) Rezaei-Moghaddam, Kurosh & Salehi, Saeid. (2010). Agricultural specialists' intention toward precision agriculture technologies: Integrating innovation characteristics to technology acceptance model. *African Journal of Agricultural Research*. 5. 1191-1199.
- (33) Rogers E. M (1995) : *The diffusion of innovation*, 4th Edition, Free press, New York, NK.
- (34) Rossi, F.R., & Filho, H.M. (2015). Determinants of the adoption of irrigation technologies by citrus growers of the state of são paulo-brazil.
- (35) Salazar Espinoza, Cesar & Rand, John. (2016). Production risk and adoption of irrigation technology: evidence from small-scale farmers in Chile. *Latin American Economic Review*. 25. 10.1007/s40503-016-0032-3.
- (36) 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.
- (37) Salhi S, Imache A, Tonneau JP, Ferfera MY, 2012. Les déterminants de l'adoption du système d'irrigation par goutte-à-goutte par les agriculteurs algériens de la plaine de Tirés à part : S. Salhi la Mitidja. *Cah Agric* 21 : 417-26.
- (38) Viswanath Venkatesh, (2003), *User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View*, Michael G. Morris, Gordon B. Davis and Fred D. Davis *Reviewed work(s), MIS Quarterly*, Vol. 27, No. pp. 425-478.
- (39) Wauters, Erwin & Mathijs, Erik. (2013). An Investigation into the Socio-psychological Determinants of Farmers' Conservation Decisions: Method and Implications for Policy, Extension and Research. *The Journal of Agricultural Education and Extension*.
- (40) Zhang, Biao & Fu, Zetian & Wang, Jieqiong & Zhang, Lingxian. (2019). Farmers' adoption of water-saving irrigation technology alleviates water scarcity in metropolis suburbs: A case study of Beijing, China. *Agricultural Water Management*. 212. 349-357.