

Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach - Alger

Mémoire de Magistère

Spécialité : Économie rurale

Option : Développement Rural

Analyse des déterminants du choix des techniques d'irrigation par les exploitants de la Mitidja

Présenté par : BELAIDI Samir

Mr CHEHAT F. Professeur, ENSA. Rapporteur

2012/04/05

Devant le jury composé de : Mr. BEDRANI S. Professeur agrégé, ENSA Président M^{elle}. BRABEZ F. Maître de conférences, ENSA Examinatrice Mr. AIT AMEUR C. Chargé de cours, ENSA.Examinateur

Table des matières

Dédicace . . .	5
Remerciements . . .	6
Liste des abréviations . . .	7
RESUME . . .	8
مقدمة . . .	9
SUMMARY . . .	10
Introduction & Problématique . . .	11
Chapitre 1 Déterminants de l'adoption des innovations technologiques en agriculture . . .	22
Introduction . . .	22
1.1. Les concepts microéconomiques de technologie et progrès techniques . . .	22
1.2 Source et impact du progrès technologique . . .	24
1.3 Les différents types d'innovations ou changements technologiques en agriculture . . .	27
1.4 Définition du concept d'adoption de l'innovation . . .	29
1.5 Définition de la micro-irrigation . . .	30
1.6 Analyses théoriques de l'adoption de l'innovation technologique . . .	32
1.7 La théorie des innovations induites: la rationalité des agriculteurs . . .	36
1.8. La théorie de l'innovation . . .	38
1.9 Les facteurs d'adoption de l'innovation . . .	45
1.9.4. Déterminants structurels et institutionnel . . .	50
Conclusion . . .	52
Chapitre 2 Approche méthodologique . . .	54
Introduction . . .	54
2.1 La spécificité du modèle d'adoption de la technologie . . .	54
2.2 Les modèles économétriques d'adoption et leurs estimations . . .	54
2.3 Le choix du modèle <i>logit</i> . . .	56
2.4. Les déterminants du comportement en matière d'adoption . . .	66
2.5. Les hypothèses se rapportant aux déterminants de l'adoption de l'irrigation localisée . . .	67
2.6 Evaluation et validation du modèle . . .	68
2.7. Evaluation du pouvoir discriminant du modèle : sensibilité, spécificité et courbe ROC . . .	77
2.8. Comparaison de deux ou plusieurs modèles . . .	78
2.9 Interprétation des coefficients de la régression . . .	78
Conclusion . . .	83
Chapitre III Résultats et interprétation . . .	85
Introduction . . .	85
3.1 Présentation et choix de la zone d'étude . . .	85
3.2 Les caractéristiques de l'échantillon . . .	88
3.3 Description des caractéristiques des variables . . .	103
3.4 Les hypothèses du modèle d'adoption de l'irrigation localisée . . .	104

3.5 Estimation du modèle <i>logit</i> . .	105
Conclusion . .	112
Conclusion Générale . .	113
Bibliographie . .	115
ANNEXES . .	121
Annexe 1 . .	121
Annexe 2 :Plan global d'analyse du sujet de recherche. . .	121
Annexe 3 :Résultats de la sortie des données par le Logiciel Stata /SE.10.0 . .	122
Annexe 4 :Régression bivariée entre la variable dépendante les variables indépendantes . .	123
Annexe 5 . .	124
Annexe 6 :Nomenclature des actions d'acquisition d'équipement d'irrigation soutenue dans le cadre du FNDIA . .	126
Annexe 7 :Estimation de coût de l'investissement en équipement d'irrigation localisée pour les différentes cultures . .	128
Annexe 8 :Bilan de la campagne d'irrigation 2007. . .	130
Annexe 9 :Evolution des superficies irriguées (Ha). . .	131

Dédicace

Je dédie ce travail à Ma très chère mère et mon très cher père; Mes très chers frères, Hamou et Lounes et Nacer; Mes très chères sœurs, Karima et Kahina; Ainsi qu'à ma très chère Siham.

Remerciements

Comme le dit un proverbe chinois, " le travail de la pensée ressemble au forage d'un puits ; l'eau est trouble d'abord, puis elle se clarifie ". Je souhaite exprimer toute ma gratitude à mon directeur de mémoire, Mr. CHEHAT F., dont la disponibilité sans faille, les encouragements, les orientations et le soutien ont permis cette clarification.

Mes vifs remerciements s'adressent à Mr. BEDRANI S. de m'avoir fait l'honneur de présider le jury.

Je tiens aussi à exprimer mes remerciements à Melle. BRABEZ F. et Mr. AIT AMEUR C., d'avoir accepté de juger mon travail. Qu'ils soient assurés de ma profonde reconnaissance.

J'adresse aussi ma plus vive reconnaissance à Mr. AYOUB F. pour son aide précieuse

Je remercie chaleureusement, mon cher ami KERNANI Ridha, doctorant à l'université de Béjaïa, pour son aide inestimable.

Je remercie chaleureusement Yasmina, Sabria , Salima du CREAD pour leurs aides précieuses, leurs commentaires sur le fond et que pour sa disponibilité au cours de ce travail.

Je remercie tous mes amis, ceux qui m'ont aidée, de près ou de loin ...

Et finalement, c'est avec beaucoup de tendresse et d'affection que mon salut s'adresse à toute ma famille, qui a tout fait pour contribuer à ma réussite, en commençant par mon père, qui m'a initialement poussé à continuer mes études avec tout le soutien nécessaire et inconditionnel. Mes derniers mots sont adressés à ma chère mère, pour tous ses efforts, ses souffrances et son sacrifice irréfutable, je reste certain que sans elle, je ne serais arrivé à ce point. J'espère que sa fierté ne sera pas que celle de ce titre obtenu, mais surtout d'avoir fait de moi ce que je suis.

Liste des abréviations

- **AEP:**Alimentation en Eau potable.
- **ACV:** Agent communal de vulgarisation
- **AGID:** Agence Nationale de régulation et de Gestion des infrastructures hydrauliques pour l'Irrigation et de Drainage.
- **AIC:** Akaike Information Criterion
- **AUC:** Area Under the Curve
- **ANRH :** Agence Nationale des Ressources Hydriques
- **BIC:** Bayesian Information Criterion
- **C.P.I:** Courbes des Possibilités d'Innovation
- **CNA:** Chambre Nationale d'Agriculture
- **CNES:** Conseil National Economique et Social
- **DSA:** Direction des Services Agricole
- **EAC :** Exploitation Agricole Collective
- **EAI :** Exploitation Agricole individuelle
- **EAP:** Exploitation Agricole privée
- **FNRDA:** Fond National de Régulation pour le Développement Agricole
- **INSID:** Institut National des Sol, de l'irrigation et du Drainage
- **MADR:** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
- **ONID:** Office National de l'Irrigation et du Drainage
- **OPIM:** Office du périmètre irrigué de la Mitidja
- **PNDA:** Plan National du Développement Agricole
- **ROC:** Receiver Operating Curve
- **SAU:** Surface Agricole Utile
- **SAUI :** Surface Agricole Utile Irriguée

RESUME

Le présent travail de recherche cherche à expliquer les comportements des agriculteurs en matière d'adoption de nouvelles techniques d'irrigation et ce en analysant les décisions d'adoption de la technologie de l'irrigation localisée. La modélisation de l'adoption de l'irrigation localisée est retenue comme le cadre méthodologique du travail de recherche réalisé. Le choix d'adoption d'une technologie d'économie d'eau est une décision de type **oui** ou **non**, ce qui signifie qu'il faut un modèle limité de variable indépendante. De tels modèles existent et ont été largement développés. En effet, le modèle *Logit* a été élaboré et utilisé pour étudier des problèmes de choix avec une variable dépendante du type binaire. C'est ainsi que le modèle économétrique Logit Binomial a été spécifié et estimé. Ce modèle Logit a permis d'identifier les variables explicatives de l'adoption de l'irrigation localisée. Les données utilisées pour l'estimation de modèle spécifié sont collectées par une enquête portant sur les critères déterminants l'adoption de la technologie d'économie d'eau réalisée en 2010 auprès des agriculteurs choisis au hasard appartenant à un périmètre irrigué de la Mitidja Ouest. Le modèle Logit traduit le choix concernant l'adoption ou la non adoption (Variable dichotomique) en termes de probabilité via une transformation logistique. Les résultats de ce modèle ont montré qu'en plus des variables économiques, d'autres variables d'ordre sociodémographique et technique tel que le niveau d'instruction, l'âge, la vulgarisation, le système de culture...etc. sont significativement impliqués dans l'explication de l'irrigation localisée. L'adhésion à une association des irrigants, le statut de l'exploitation agricole collective unie, le prix de l'eau traduisant le montant de l'eau facturée, accès à l'eau de la nappe par un forage, contrairement à nos attentes, n'a pas d'effet sur l'adoption de l'irrigation localisée. L'existence de telles variables relativise donc la portée des incitations utilisées comme instruments économiques pour orienter les décisions des agriculteurs.

Mots clefs : Agriculture irriguée ; Périmètre Mitidja Ouest tranche I ; Adoption technologique ; Irrigation localisée ; Modèle Logit.

زجوم

هذه الورقة البحثية تسمى لتفسير سلوك المزارعين في اعتماد تعليات الري الحديثة وذلك من خلال تحليل القرارات اعتماد تقنية الري بالتنقيط. تم اختيار نماذج من اعتماد الري بالتنقيط والإطار المنهجي لعمل البحوث التي أجريت. اختيار اعتماد تكنولوجيا توفير المياه هي قرار بنعم أو لا ، مما يعني أنه يأخذ شكلا محدونا من متغير مستقل. مثل هذه النماذج موجودة وضعت على نطاق واسع. في الواقع ، تم تطوير النموذج اللوغاريتمي وتستخدم لدراسة مشاكل مع خيار متغير يعتمد الثنائية. وهكذا ، تم تحديد النموذج اللوغاريتمي ذي الحدين الإقتصاد والمقدرة. النموذج اللوغاريتمي تحديد المنبئلات لاعتماد الري بالتنقيط. يتم جمع البيانات المستخدمة لتقدير نموذج المحدد من خلال المسح من المخابير الرئيسية في

اعتماد تكنولوجيا توفير المياه التي أجريت في عام 2010 بين المزارعين مختارة عشوائيا الانتماء الى المساحة المروية من متيجة التجربة. النموذج اللوغاريتمي يحس الخيارات المتكيفة باعتماد في عدم اعتماد (متغير ثنائية التفرع) من حيث احتمال استخدام التحول السوقي. وقد أظهرت نتائج هذا النموذج إلى أنه بالإضافة إلى المتغيرات الاقتصادية ، وغيرها من المتغيرات الاجتماعية والديمقراطية مثل المستوى الفني والتعليمي ، والعمر ، والإرشاد ، الخ... نظام الثقافة. وشارك بشكل كبير في تفسير الري بالتنقيط. الانتماء إلى جمعية من الري ، ومركز الأهم المتعددة في المزارع الجماعية ، وسعر المياه الذي تدفع كمية المياه فوائز ، والحصول على المياه عن طريق حفر الآبار ، وخطا لتوفيلتنا ، ليس له أي تأثير على اعتماد الري بالتنقيط. وجود هذه المتغيرات في منظور ذلك في نطلق من الحوافز الاقتصادية كأدوات تستخدم لتوجيه قرارات المزارع عن

الكلمات الرئيسية : الزراعة المروية ، ومحيط متيجة الحديثة ، واعتماد التكنولوجيا ، والري بالتنقيط ، والنموذج اللوغاريتمي

SUMMARY

This research task seeks to explain the behaviors of the farmers as regards adoption of novel methods of irrigation and this by analyzing the decisions of adoption of the technology of the localized irrigation. The modeling of adoption of the localized irrigation is retained as the methodological framework of the research task carried out. The choice of adoption of a technology of saving in water is a decision of the type yes or not, which means that one needs a limited model of independent variable. Such models exist and were largely developed. Indeed, the Logit model elaborates and was used to study problems of choice with a variable dependant on the binary type. Thus the econometric model Logit Binomial was specified and estimated. This Logit model made it possible to identify the explanatory variables of the adoption of the localized irrigation. The data used for the estimate of specified model are collected by an investigation carrying into the decisive criteria the adoption of technology of water economy carried out in 2010 near the farmers chosen randomly pertaining to an irrigated perimeter of Western Mitidja. The Logit model translates the choice concerning the adoption or it not adoption (Variable dichotomic) into terms of probability via a logistic transformation. The results of this model showed that in addition to the economic variables, other variables of a nature sociodemographic and technical such as the educational level, the age, popularization, the farming system... etc are significantly implied in the explanation of the localized irrigation. Adhesion with an association of the irrigants, the statute of the linked collective farm, the price of water translating the amount of invoiced water, access to the water of the tablecloth by a drilling, contrary to our waitings, does not have an effect on the adoption of the localized irrigation. The existence of such variables thus relativizes the range of the incentives used like economic instruments to direct the decisions of the farmers.

Key words : Irrigated agriculture ; Western Mitidja perimeter unit I ; Technological adoption ; Located irrigatio ; Model Logit.

Introduction & Problématique

La diffusion des technologies modernes d'irrigation dans le secteur de l'agriculture est un processus important pour des raisons à la fois économiques et écologiques telles que l'augmentation de la productivité des exploitations et l'économie des ressources en eau. En Algérie, le changement des technologies d'irrigation a été soutenu par des subventions du montant de l'investissement dans l'irrigation localisée et/ou l'aspersion. « La question de l'eau a tendance à devenir une préoccupation majeure des Etats au regard de la complexité des enjeux qu'elle recouvre aux plans géopolitique, sécuritaire, écologique, social et économique. La question est d'autant plus cruciale qu'elle conditionne, à bien des égards, le devenir, sinon l'avenir, des générations futures dans un contexte marqué par des risques potentiels mais néanmoins réels de contraction des ressources imputables à d'éventuels changements climatiques dans le sens de l'aridification » (Ferrah & Yahiaoui, 2004)[59]

Le climat en Algérie est semi-aride (200 mm à 500 mm) d'où les ressources sont de plus en plus limitées et difficiles à exploiter (Kettab & al. ; 2004)[26], il se caractérise par des précipitations irrégulières causant une grande variation dans la production agricole qui a des répercussions sur le monde rural et les performances de l'économie nationale dans son ensemble. « La démographie galopante enregistrée dans le Maghreb et plus particulièrement en Algérie, aggravée par une sécheresse prolongée depuis vingt ans font que l'eau devient de plus en plus rare dans cette région, qui est en situation de stress hydrique et devrait se retrouver en situation de pénurie d'eau au delà de 2025 (dans le cas d'une mauvaise gestion de l'eau et d'une non maîtrise des ressources non conventionnelles) » (Remini, 2005) [12].

L'Algérie est classée parmi les pays les plus défavorisés en termes de potentialités hydriques. En effet, à l'heure actuelle le seuil théorique de rareté fixé par la banque mondiale à 1000 m³/habitant/an est loin d'être atteint (Loucif, 2002) [87]. « Si en 1962, la disponibilité en eau théorique par habitant et par an était de 1500 m³, elle n'était plus que de 720 m³ en 1990, 680 m³ en 1995, 630 m³ en 1998. Estimée à environ 500 m³ à l'heure actuelle, elle ne sera que de 430 m³ en 2020 » (CNES, 2000) [1]. L'agriculture irriguée étant le principal utilisateur des eaux mobilisées (environ 70 % à 80 %) (Salhi et Bédrani, 2007)[25], serait la première concernée par cette situation. En Algérie, compte tenu de l'aridité de la majeure partie du territoire, la question de l'eau revêt la forme d'une crise aiguë qui retentit négativement sur le cadre de vie, la santé des populations, l'emploi ainsi que le développement agricole et industriel du pays. Il faudrait, en effet, disposer annuellement de 15 à 20 milliards de m³, en allouant 70% à l'agriculture, pour parvenir à une sécurité alimentaire satisfaisante » (Ferrah & Yahiaoui, 2004) [59].

Il en découle que la pression sur les ressources hydriques ne cessera de s'accroître sous les effets combinés de la croissance démographique, du développement des villes et de l'essor des activités économiques consommatrices d'eau à l'instar de l'agriculture, de l'industrie et des établissements humains et la part en eau potable s'amenuise d'année en année. La diminution des ressources en eau superficielle, l'augmentation de la demande,

l'impératif de la maîtrise du coût de production (la réduction de la facture de l'eau et la maîtrise de l'utilisation des autres facteurs de production) et celui de l'amélioration de la productivité et la qualité de la production agricole sont autant de raisons qui justifient la gestion efficiente et valorisante des ressources en eaudisponibles. L'une des préoccupations constantes des pouvoirs publics a été de s'efforcer de résoudre l'épineuse équation entre les ressources en eau et la satisfaction des besoins en eau de la population, de l'industrie et de l'agriculture.

En tout état de cause, on se rend compte, que les grandes questions stratégiques se rapportant, entre autres, à la mobilisation de l'eau, à son dessalement, à son traitement, à son assainissement et à sa gestion, revêt une importance vitale pour le pays. L'irrigation en Algérie est dominée par les techniques archaïques non économes en eau, principalement l'irrigation en système gravitaire par toutes ses méthodes. « Des gaspillages énormes sont entraînés par les méthodes d'irrigation traditionnelles (par rigoles et immersion) et par le manque de formation à l'utilisation de l'eau des très nombreux néo-irrigants. Quand on sait la rareté de cette ressource naturelle et le coût élevé de sa mobilisation, il apparaît en toute évidence que toute intervention de l'Etat qui permet de l'économiser de façon conséquente est socialement hautement rentable. De ce point de vue, il est pour le moins étonnant qu'aucune politique de subvention dans l'utilisation des techniques du goutte -à -goutte et de l'aspersion n'ait été mise en œuvre dans le pays jusqu'à maintenant, et qu'aucune politique de vulgarisation n'existe en ce domaine » (Bédrani, 1995) [59] .

Les techniques traditionnelles d'irrigation non seulement ne sont pas économes en eau mais elles ne représentent pas un moyen efficace pour l'augmentation du rendement des cultures irriguées. Les superficies irriguées et équipées en mode d'irrigation gravitaire représente environ 61 % de l'ensemble des superficies irriguées sur tout le territoire national, soit 557 327 ha irrigués en gravitaire sur une superficie totale irriguée de 907293 ha » (MADR, 2008) [20] . Cette pratique, non économe en eau, accentue les pertes en eau au niveau des parcelles des irrigants et diminue encore l'efficacité de l'eau apportée. « L'irrigation gravitaire est pratiquée sur 10 % des superficies irriguées en France et sur 80 % des superficies irriguées dans le monde. Cette technique est mal maîtrisée, et résulte en une faible valorisation physique du mètre cube d'eau distribué à la parcelle, mais ce résultat peut être amélioré en évitant les déperditions de l'eau, par exemple en renforçant l'étanchéité des rigoles d'irrigation en les recouvrant de films plastiques étanches » (Lessafre, 1990), cité par (Djebbara ,2004) [83] .

L'un des aspects de la modernisation est l'introduction des technologies modernes, comme les techniques réputées économes en eau, l'irrigation localisée, l'application et la distribution de l'eau par des tuyaux plutôt que dans des canaux à ciel ouvert, et l'utilisation de capteurs informatisés détectant l'eau dans le sol pour déclencher les applications d'eau. « Ces techniques ne se limitent plus aux pays technologiquement plus avancés mais s'imposent par leur succès à d'autres pays, à ceux comme l'Algérie qui vivent les problèmes de déficits pluviométriques et leur répartition temporelle et spatiale irrégulière »(Zella & Mouhouche, 2004) [37] . « Ces techniques ne peuvent être introduites et utilisées avec succès que si les agriculteurs sont formés pour leur utilisation ou s'ils possèdent déjà les compétences nécessaires. Technique réputée économe en eau, l'irrigation localisée est actuellement fortement encouragée par les gouvernements des pays du Maghreb par le biais de subventions conséquentes. Mais en raison d'une mauvaise maîtrise de cette technique relativement sophistiquée, les gaspillages d'eau sont très fréquents » (Mailhol, 2005) [75] . Des changements fondamentaux des dispositions et règlements institutionnels sont également importants, ainsi que l'amélioration de la performance et de l'efficacité des

usagers de l'eau et de leurs organisations. La gestion de la demande en eau semble à priori la solution adéquate pour répondre efficacement aux besoins exprimés.

Evidemment, l'Algérie peut améliorer l'offre en eau compte tenu de l'existence de potentialités en eau mobilisables pour soulager la gestion de la demande, mais cela semble fort risqué dans la mesure où les aléas climatiques peuvent réduire à néant cet effort. Devant le risque de voir le développement du secteur agricole freiné par le problème de pénurie en eau qui s'annonce dans les années à venir, l'Etat algérien choisit d'investir dans la gestion de la demande de l'eau. Il semble logique de considérer que l'adoption et la diffusion de nouvelles technologies d'irrigation, censée permettre d'améliorer l'efficacité de l'eau, n'est pas seulement bénéfique pour les agriculteurs mais pour tous les acteurs de l'eau, voire pour la société dans son intégralité.

L'adoption de la nouvelle technologie d'économie d'eau d'irrigation est souvent citée comme la voie à l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de la ressource. Une telle adoption permet de faire face aux baisses des dotations d'eau tout en maintenant les niveaux courants de la production (Cason et Uhlaner, 1991; Green et al., 1996), cités par Fouzai & Bachtta, (2008) [24]. L'agriculture est un secteur clef de l'économie nationale mais elle est menacée actuellement par la rareté des pluies caractéristique du climat méditerranéen. L'objectif est de réduire la dépendance de l'agriculture des variabilités climatiques.

Pour réduire les effets de la pénurie d'eau sur l'agriculture irriguée, les pouvoirs publics ont conçu une politique d'incitation à l'adoption de nouvelles technologies plus économes en eau et a été mise en place en 2000 dans le cadre du plan national pour le développement agricole, permettant aux agriculteurs de bénéficier d'une aide aux investissements en matériel d'irrigation. Cette nouvelle politique vise à encourager l'adoption des nouvelles techniques d'irrigation afin d'économiser l'eau et d'étendre les superficies à irriguer. Ceci permettra une utilisation optimale et rationnelle de cette ressource rare.

Un intérêt croissant est désormais porté sur les incitations à l'adoption d'équipements et de technologies plus économes en eau, considérées comme une des solutions permettant d'économiser la ressource à moindre coût pour la société. Cependant, tout changement technologique nécessite non seulement des techniques mais il exige aussi des capitaux financiers, qui sont relatifs aux investissements d'acquisition et d'installation de nouveaux équipements. Face aux difficultés de financement qui peuvent engendrer une réticence de l'irrigation vis-à-vis des nouvelles techniques d'irrigation, l'Etat a mis au point une politique d'incitation de l'investissement, il s'agit d'une intervention par un ensemble de mesures économiques permettant de réduire les coûts des investissements à réaliser.

La mesure la plus importante utilisée dans ce cadre d'incitation est la subvention des investissements consentis par les agriculteurs. Le taux de subvention instauré en 2000 peut aller parfois à hauteur de 100 % du montant global de l'investissement en équipement d'économie d'eau, le taux de subvention actuelle dans le cadre de leasing programme 2010 est de 40 % (MADR, 2010) [21]. Cette conception a supposé que la capacité de financement de l'agriculteur de l'investissement en économie d'eau constitue la contrainte majeure à l'adoption de l'irrigation localisée. Face à ces encouragements et malgré les montants énormes qui ont été mobilisés en tant que subvention pour l'économie d'eau à la parcelle, les agriculteurs ne réinvestissent plus ou peu dans de nouveaux réseaux d'irrigation et pratiquent jusqu'à aujourd'hui les anciennes techniques d'irrigation, les objectifs tracés en terme de superficies équipées n'ont pas encore atteint, ajoutant à cela, l'évolution faible de l'irrigation localisée, considérée comme la technique la plus efficace.

En utilisant la subvention comme élément principal d'encouragement, l'Etat a ciblé la capacité de financement de l'agriculteur, en essayant d'alléger l'investissement en économie d'eau mais il paraît que cet élément à lui seul ne peut pas promouvoir l'adoption ou du moins, il ne s'adapte pas à la situation réelle de tous les types d'exploitations. C'est sur cette idée qu'on a fondé notre problématique de recherche en vue d'apporter plus d'explication quant aux facteurs déterminants de l'adoption de l'économie d'eau. L'intérêt dans cette étude a été porté à l'irrigation localisée, ce choix est justifié d'une part par le fait qu'elle peut être considérée comme la technologie d'introduction récente, la plus récente innovation et d'une autre part elle est la technique qui garantit l'efficace la plus élevée actuellement.

Le présent travail est consacré à l'analyse économique des déterminants de l'adoption de la technologie d'irrigation localisée par les agriculteurs. On considère que la contrainte de financement n'est pas le seul déterminant de la décision d'adoption des technologies d'irrigation par les agriculteurs. La Mitidja Ouest Tranche I présente un intérêt certain pour traiter cette problématique. Le choix de la zone répond largement aux exigences de l'étude vu le retard en terme d'adoption dans ce périmètre, et ce malgré le contexte de rareté.

Problématique :

Compte tenu de ce qui précède, la question centrale et cruciale que nous posons dans ce travail de recherche est la suivante :

Question principale de recherche :

Quels sont les déterminants de l'adoption de l'irrigation localisée dans les exploitations agricoles de la Mitidja ?

Pour répondre à cette question, nous proposons les hypothèses suivantes:

Hypothèses de recherche :

Les hypothèses suivantes sont testées.

Hypothèse 1 : la taille de l'exploitation

Les résultats des recherches sur la taille sont abondants. « Plusieurs travaux ont trouvé que la taille n'influence pas l'adoption des innovations par les entreprises (Damanpour, 1987). Tandis que d'autres révèlent le contraire, la taille joue bien un rôle dans la diffusion des innovations » (Damanpour, 1987 et 1996), cité par (Rahmouni, 2008) [10]. La taille des exploitations est un des premiers critères mis en évidence par la littérature pour expliquer les décisions individuelles d'adoption technologique (Just et Zilberman, 1983 ; Feder et al., 1985 ; Jaffe et Stavins, 1991 ; Kemp, 1997 ; Tzouvelekas et al. 1999), cité par (Richefort, 2008) [79].

Selon (Diederer et al, D'Souza et al.1993), cité par (Salhi et Bédrani, 2007) [25], les grandes exploitations ont tendance à être plus innovatrices que les petites. Généralement, les exploitations de grande taille peuvent bénéficier d'une économie d'échelle du fait de l'obtention de prix préférentiels (prix unitaire décroissant en fonction de la quantité) ou bien au niveau des charges (réduction des coûts de la main d'œuvre, et des coûts de l'eau en fonction d'une unité irriguée) et parfois les exploitations de grande taille ont plus de capacité à gérer et répartir les risques que les petites exploitations.

L'effet de la taille des firmes sur le taux d'adoption semble donc ambigu et devrait dépendre d'autres facteurs, par exemple le nombre d'actifs total au sein de l'exploitation, définissant ainsi un indicateur pour les économies de main d'œuvre réalisables grâce à l'adoption d'une nouvelle technologie. « La documentation théorique et empirique sur

l'adoption de la technologie donne à entendre que la taille d'une entreprise vient jouer un rôle important quant à la décision d'adopter de nouvelles technologies (Davies, 1979) [19]. Des études antérieures effectuées par Mansfield (1968), Romeo (1975), et Nasbeth et Ray (1974) ont constaté que les plus grandes firmes ont tendance à adopter les innovations plus tôt que les plus petites entreprises », cité par (Baldwin & Rafiquzzaman, 1998) [41].

On soutient que les grandes entreprises sont dans une meilleure position que les petites entreprises pour diversifier les risques d'expérimentation avec la nouvelle technologie. Les entreprises de grandes tailles ont plus de ressources financières, plus de personnel professionnel, plus de savoir technique et d'habileté pour l'adoption d'une innovation technologique. On présume que plus la taille de la ferme est grande, elle serait plus probable d'adopter les technologies d'irrigation économes en eau. La taille a été mesurée comme tout le secteur cultivé en hectare. A cet effet, nous allons émettre l'hypothèse suivante : *Plus l'exploitation agricole est de grande taille, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation est élevée.*

Hypothèse 2: prix de l'eau publique d'irrigation

La littérature empirique sur l'adoption des technologies d'irrigation a montré que le prix de l'eau constitue une incitation importante dans la décision d'adoption des systèmes d'irrigation conservateurs d'eau. « En premier lieu le contexte économique, notamment le prix de l'eau d'irrigation, semble être un facteur déterminant pour expliquer les décisions économiques et les choix individuels d'adoption technologique (Caswell et Zilberman, 1985 ; Caswell et al., 1990 ; Khanna et Zilberman, 1997 ; Khanna et al., 2002) ainsi que le taux d'adoption agrégée des nouvelles technologies d'irrigation plus économes en eau » (Fishelson et Ryman, 1989 ; Dinar et Yaron, 1992), cité par (Richefort, 2008) [79].

« Quelques études ont identifiées que le type de sol et le prix de l'eau sont des facteurs importants dans le choix de la technologie d'irrigation » (Caswell & D.Zilberman, 1986). **Cité par** (Shrestha. & Gopalakrishnan, 1993) [63]. « Et quelques études théoriques et empiriques ont prouvé que l'augmentation du prix de l'eau est positivement corrélée avec la décision d'adoption d'une technologie de précision d'irrigation » (M. Caswell and D.Zilberman (1985,1986) ;Dinar and yaron (1992)).Cité par (Schoengold k & Zilberman D, 2007) [65]. Caswell et Zilberman (1985) [62]. ont montré que l'augmentation du coût de l'eau a un impact significatif sur la tendance à adopter les technologies modernes d'irrigation en Californie, par conséquent les politiques de tarification de l'eau peuvent conduire à l'adoption des technologies économes en eau.

Negri et Brooks (1990) [28] et Green et al (1996) [39] ont trouvé qu'un coût élevé de l'eau accroît la probabilité d'adoption des technologies d'irrigation efficiente. Green et Sunding (1997) [49] ont montré d'une part que l'adoption du goutte-à-goutte dans la production des agrumes est sensible aux variations du prix de l'eau et d'autre part que le profit de l'agriculteur dépend de l'impact de l'augmentation du prix de la ressource sur l'efficacité de l'irrigation des systèmes adoptés.

Moreno et Sunding, (2005) [50] ont montré que les incitations financières, particulièrement les augmentations du prix de l'eau, peuvent avoir un grand impact sur le comportement d'adoption. On s'attend qu'elle ait donc un effet positif sur l'adoption d'une nouvelle technologie d'économie d'eau. En conséquence, nous allons vérifier l'hypothèse que *Plus le prix du m³ de l'eau d'irrigation publique est faible, plus les agriculteurs ne sont pas incités à s'investir dans l'irrigation localisée.*

Hypothèse 3 : visites techniques des vulgarisateurs

Selon Featherstone et al. (1997) [67], l'adoption d'une nouvelle pratique agricole suppose que l'utilisateur a toute l'information sur la technologie et ses potentialités. « L'encadrement des producteurs affecterait l'adoption des technologies. Un producteur encadré et suivi par le service de vulgarisation finit par changer de décision en faveur de la nouvelle technologie » (Rogers, 1983), cité par (Adéoti et al., 2002) [51]. Cette variable reflète le contact avec les vulgarisateurs du ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques. Ce corps technique, assume la tâche de la diffusion de l'information. Le rôle de l'information dans la réduction des incertitudes et des erreurs de répartition dans le processus d'adoption des technologies a fait l'objet de nombreuses études (Feder et Slade, 1984; Feder et al. 1985), cités par Fouzai & Bachta, (2008) [24].

La disponibilité de l'information sur les méthodes et les technologies nouvelles permettant de mieux appréhender l'impact de celles-ci sur la productivité et l'environnement contribuera à la prise de décisions en matière de production et favorisera, dans le même temps, une planification efficace de l'utilisation des ressources naturelles. La vulgarisation est donc vue comme un moyen de diffusion du progrès scientifique et technique et de transfert de technologies. Elle consiste à faciliter les interactions et à développer les synergies au sein d'un système global d'information auquel participent la recherche agricole, l'enseignement agricole et un vaste ensemble d'opérateurs économiques porteurs d'informations.

Dans le domaine objet de la présente recherche, la vulgarisation serait alors le processus d'apprentissage par les agriculteurs d'un savoir-faire technique mais les problèmes de vulgarisation ne se limitent pas à la transmission de techniques à des agriculteurs. Ils concernent tous les éléments (matériels et immatériels) intervenant dans les processus aboutissant à l'accroissement de la productivité recherchée par la transmission des techniques aux agriculteurs. D'après plusieurs modèles de développement, il existe une hiérarchie entre la recherche (lieu de production du savoir et de l'innovation), la vulgarisation qui joue le rôle de vecteur de l'innovation et enfin l'agriculteur qui est le lieu de diffusion et d'adoption de cette innovation. Par conséquent, le rôle des services de vulgarisation dans la diffusion des informations est un facteur qui influence positivement l'adoption des technologies d'économie d'eau. Cette variable a été présentée sous une forme binaire ; zéro si l'exploitant ne reçoit pas de visites et 1 s'il y en a des visites fréquentes. Elle est positivement liée à l'adoption des technologies. En ce sens, nous allons vérifier l'hypothèse suivante : *Plus que les agriculteurs sont encadrés plus qu'ils adoptent la technologie d'irrigation localisée.*

Hypothèse 4 : accès à l'eau par un forage

L'accès à la ressource via un forage est l'une des caractéristiques du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I. Avec l'irrigation par un forage, on s'attend à ce que ce mode d'accès à l'eau aura une incidence positive sur l'adoption, en fait le rabattement de la nappe dans la zone d'étude contraint de plus en plus l'activité agricole, cette situation amène les agriculteurs à maximiser la superficie irriguée, chose possible avec un équipement d'économie d'eau. (0 = si l'accès n'existe pas, 1= si oui).

Les exploitants qui ont des forages et qui s'approvisionnent à partir de ces derniers sont prêts à abandonner les techniques traditionnelles (le gravitaire) au profit des techniques modernes (irrigation localisée). En ce sens, nous allons vérifier l'hypothèse suivante : *Plus les agriculteurs ont accès à l'eau par un forage, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée.*

Hypothèse 5: moyens financiers

La variable coût de l'investissement peut rendre le processus d'adoption de nouvelles technologies lent. L'irrigation localisée nécessite des investissements lourds et des équipements hydrauliques spécifiques (bassin d'accumulation, station de tête, station de pompage, réseau de l'irrigation localisée). Ils tendent à devenir plus chers dans leur première phase d'investissement que les systèmes d'irrigation gravitaire. Ces coûts d'investissement peuvent varier chaque année en fonction des variations de prix de certains accessoires qui composent chaque système d'irrigation¹ (Annexe 7, tableau 1,2,3). En conséquence, nous allons vérifier l'hypothèse que : *plus le coût de l'investissement est élevé plus les agriculteurs sont réticents quant à l'adoption de l'irrigation localisée.*

Le contexte économique se caractérise aussi par le régime d'aide à l'investissement des différentes technologies d'irrigation, qui joue un rôle majeur sur la volonté des irrigants à s'équiper (Dinar et Yaron, 1992), cité par (Richefort, 2008) [79]. Selon (D'Souza et al. 1993), cité par (Salhi et Bédrani, 2007) [25]. Les subventions accordées aux producteurs peuvent modifier considérablement leur comportement en matière d'adoption de la technologie d'irrigation localisée, mais son octroi est subordonné au financement d'une partie du coût de l'investissement². Ce qui probablement favorise son adoption par les agriculteurs. On s'attend qu'elle ait un effet positif sur l'adoption de l'irrigation localisée.

Hypothèse 6 : type de culture

Un autre résultat consistant dans la littérature est l'importance du type de culture dans la sélection de la technologie d'irrigation. Théoriquement, l'allocation de la terre peut avoir un impact sur le choix de la technologie d'irrigation. Les besoins en eau par culture et ainsi la valeur marginale de la conservation de l'eau sont variables. En plus, et pour des raisons agronomiques, les systèmes d'irrigation ont des performances différentes selon le type de culture.

Plusieurs papiers ont discuté le rôle du choix de la culture dans la décision d'adoption des technologies d'irrigation. Caswell et Zilberman, (1985)[62] et Green et al., (1996)[39], ont montré que l'adoption des technologies d'irrigation est fortement dépendante du choix de la culture. Les récentes recherches (Wu et al., 2004 [59] ; Moreno et Sunding, 2005[50]) reconnaissent aussi l'importance de modéliser simultanément les choix de la culture et de la technologie d'irrigation.

(caswell et Zilberman (1985)[62] et Green et al. ; (1996) [39], ont modélisé les choix de la culture et la technologie d'irrigation d'une manière séquentielle, c'est-à-dire le choix de la culture a constitué une variable explicative du choix de la technologie d'irrigation. Le type de culture peut influencer négativement ou positivement la prise de décision d'adoption de l'irrigation localisée. En conséquent nous allons vérifier les hypothèses suivantes : *plus que les agriculteurs pratiquent l'arboriculture fruitière et les cultures maraîchères sous serres, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée .Plus que les agriculteurs pratiquent les cultures céréalières, plus que les agriculteurs n'adoptent pas l'irrigation localisée.*

Hypothèse 7: les organisations paysannes

¹ Le coût de l'investissement d'un hectare de l'irrigation localisée est estimé à 220600.00 DA sans la construction du bassin d'accumulation ni la station de pompage pour l'arboriculture fruitière et à 25822.00 DA pour une serre de 400 m³ et enfin 200 000.00 DA pour un ha de maraîchage plein champ (Voir annexe n°). Un bassin d'accumulation de 100 m³ revient à 500 000 DA. (Salhi et Bédrani, 2007).

² Le taux de subvention actuelle est de 40 % du montant global de l'investissement en équipement d'économie d'eau » (MADR, 2010).

La pratique d'associations semble fonder la différence dans le comportement des agriculteurs vis-à-vis de l'innovation. Les organisations paysannes jouent un rôle important dans la réduction des coûts de transaction en fondant la nécessité de développer un véritable partenariat entre les initiatives des agriculteurs et acteurs de la recherche agricole et de la vulgarisation dans les perspectives d'une diffusion des innovations agricoles. L'appartenance à une organisation de producteur permet au producteur d'avoir une idée sur les avantages et inconvénient d'une technologie.

L'accès à l'information affecte la perception du risque par le producteur. Une connaissance suffisante sur la technologie permet aux producteurs d'optimiser leur processus de prise de décision (Feder et al. 2003) [40]. On présume que l'appartenance à une association des irrigants aura un effet positif sur l'adoption des technologies d'irrigation économes en eau. A cet effet, nous allons émettre l'hypothèse suivante : *Plus les agriculteurs adhèrent à une association des irrigants, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée.*

Hypothèse 8: L'âge du chef de l'exploitation

Age de l'exploitant « A travers plusieurs études, il a été prouvé que l'âge du chef de l'exploitation est un facteur primordial dans les modèles de décision, en particulier dans les modèles d'adoption des technologies. » (Feder et Umali, 1993)[55]. Il apparaît que les décisions qui entraînent des changements dans les habitudes comportent un risque. C'est une variable exprimée en nombre d'années du producteur devrait influencer négativement l'adoption des technologies. Les agriculteurs les plus âgés ont le plus souvent des horizons de planification plus courts, d'où un taux d'actualisation élevé qui réduit la valeur actuelle des rendements des investissements réalisés dans la conservation de la ressource. Il y a tout lieu de croire qu'ils seront hostiles au changement et aux nouvelles technologies.

Selon Bultena & Hoiberg (1983), cités par (Fouzia et Bachta, 2008) [24], les jeunes agriculteurs ont plus de chance d'être instruits et ont des taux d'actualisation moins élevés et peuvent par conséquent tirer un rendement plus élevé de l'investissement réalisé dans l'acquisition des technologies. Ils sont également le plus souvent informés sur les nouvelles méthodes et mieux disposés à accepter le risque qui accompagne l'adoption de nouvelles technologies.

Selon Feder (1982). Cité par (Adéoti et al, 2002)[51], « 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 ». On suppose donc que l'âge a un rapport négatif sur l'adoption des technologies. On s'attend à un rejet de l'adoption de l'irrigation localisée lorsque l'âge du chef de l'exploitation augmente. Le signe attendu du paramètre estimé associé à cette variable est donc négatif. En conséquence, nous allons vérifier l'hypothèse suivante : *plus les agriculteurs sont jeunes, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée.*

Hypothèse 9: niveau d'instruction du chef de l'exploitation

Le niveau d'instruction accroît la capacité de compréhension de l'information concernant la nouvelle technologie (Feder et al. 1984)[48]. Les producteurs de niveau d'instruction plus élevé sont les adoptants potentiels (Strauss et al., 1991 ; Feder et al., 1985) [64]. On s'attend donc à un effet positif de l'éducation sur la probabilité d'adoption. Les connaissances des irrigants jouent un rôle important pour expliquer leur comportement économique et leurs décisions d'investissements (Feder et al. 1985 ; Kemp, 1997 ; Saviotti, 2001), cité par (Richefort, 2008)[79].

Différentes sortes de connaissances sont organisées dans les exploitations agricoles : des connaissances d'ingénierie hydraulique pour l'installation des systèmes d'irrigation, des connaissances à propos des propriétés de matériels d'irrigation utilisés pour produire, comment utiliser ces matériels, etc. Ces connaissances techniques dépendent du niveau initial de formation des agriculteurs et sont constamment améliorées par des contacts avec les offreurs de matériel, le contact avec d'autres irrigants dans les réseaux associatifs ou syndicaux, les techniciens de la Chambre d'Agriculture et les stages d'irrigation effectués.

L'attente d'une meilleure information sur les technologies et sur les compétences à mobiliser pour les utiliser de façon efficace peut ainsi influencer les choix technologiques individuels dans la mesure où l'adoption d'un nouveau système d'irrigation s'avère être un investissement qui engage sur au moins une dizaine d'années. Le niveau d'instruction peut être une variable déterminante dans l'adoption des innovations. Il accroît le sens de l'innovation, l'habileté et la facilité d'apprécier les nouvelles technologies (Falusi, 1975, Rahm and Singh, 1988), cité par (Adéoti et al, 2002) [51].

C'est une variable qui traduit le niveau d'ouverture chez l'exploitant, représentée sous forme d'indice, cette variable traduit (*i*) le niveau d'instruction de l'agriculteur ainsi que les formations qu'il a reçues. On suppose que l'éducation et l'alphabétisation, la sensibilisation à la dégradation des ressources naturelles ont un apport positif avec l'adoption des technologies et la production durable. L'éducation améliore également les capacités de gestion qui sont souvent nécessaire à l'exploitant pour incorporer la nouvelle technologie d'économie d'eau.).

Cette variable pourrait influencer positivement ou négativement l'adoption de la technologie. C'est une variable qualitative codifiée selon cinq modalités. Le signe attendu du paramètre associé à cette variable est positif. En conséquent, nous allons vérifier les hypothèses suivantes : *Plus le niveau d'instruction est élevé, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée.*

Méthodologie

Tout travail scientifique exige l'usage d'une démarche méthodologique qui puisse permettre au chercheur de collecter, d'interpréter et d'analyser les données qu'il aura recueillies. Les disciplines scientifiques partent toujours des hypothèses, développent des méthodes, procèdent à des expérimentations et aboutissent à des résultats. Il ne fait aucun doute que l'obtention des résultats justes et logiques est fortement corrélée à la méthode de travail adoptée. Pour inscrire convenablement le travail de recherche que nous menons dans cet ordre d'idées, il est judicieux voire capital de détailler le plus explicitement possible les méthodes à travers lesquelles nous avons obtenus les informations et les résultats qui seront mentionnés dans le présent travail de recherche.

On observe un intérêt croissant des pouvoirs publics pour la promotion des innovations technologiques qui accroissent la productivité agricole. Cependant, beaucoup d'avancées technologiques diffusées dans le secteur agricole n'ont pas toujours connu le succès escompté auprès des agriculteurs, certaines n'étant adoptées que par une partie des agriculteurs, d'autres faisant l'objet de rejet après adoption. Dans un tel contexte, il importe de revisiter les processus théoriques qui conduisent à la diffusion et à l'adoption de l'innovation technologique dans le secteur agricole. L'adoption de la technologie d'économie d'eau s'inscrit fondamentalement dans le cadre du succès d'une innovation agricole lequel est largement dépendant de l'efficacité de sa diffusion.

Aussi, convient-il de relever quelques points théoriques du mécanisme de diffusion des innovations agricoles puis de leur adoption. Les modèles économétriques qui sont

utilisés dans ce travail de recherche se cadrent dans les modèles de choix discrets; et ceux binomiaux (Logit). Il y en a deux phases indépendantes pour y parvenir à mener de telles régressions; en premier lieu il faut faire une étude théorique de ces modèles; qui sont à l'origine une maximisation de l'utilité; et en deuxième lieu il faut s'initier au Logiciel nécessaire à notre régression. Il y en a plusieurs logiciels qui traitent ce genre de régressions économétriques : Eviews, SHAZAM, STATA, LIMDEP...

Pour notre cas d'étude, nous utiliserons STATA, On peut trouver ce logiciel en plusieurs versions STATA 8.1, STATA 9.1 et STATA/SE 10, mais toutes ces versions pourront faire l'affaire. Pour se familiariser avec ce Logiciel, il y en a beaucoup de manuels gratuits sur Internet (simple recherche Google). Notre travail de terrain sera scindé en deux étapes : une première étape qui consistera en la rencontre des différents responsables des institutions concernées par l'eau agricole, notamment le Ministère de l'agriculture, ONID, l'ANRH. CNA, ACV, INSID ...etc. Cette première étape aurait pour objectif de collecter le maximum d'informations sur la situation hydro agricole actuelle, en particulier dans la Mitidja, et de connaître les évolutions qu'il y a eu depuis le lancement du plan national de développement agricole. Ceci nous permettrait, effectivement, de mieux appréhender la situation, et notamment de remettre en cause un certain nombre d'hypothèses de départ émises à partir de la revue bibliographique. La deuxième étape du travail de terrain, consiste en la réalisation d'une enquête. Afin de mieux comprendre les freins et motivations des irrigants à l'adoption des nouvelles technologies d'irrigation économes en eau, une enquête est mise en place 2010 sur le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I.

Pour répondre à la question qui se rapporte aux déterminants explicatifs de l'adoption de l'irrigation localisée on a procédé par, des investigations théoriques et empirique en premier lieu, puis, l'élaboration d'une méthodologie qui obéit aux hypothèses du travail de recherche et enfin l'estimation de modèle économétrique, les résultats et la discussions. Pour vérifier les hypothèses, on suivra la méthodologie suivante : le présent travail de recherche cherche à expliquer la faible progression du programme d'économie d'eau et ce en analysant les décisions d'adoption des techniques proposées par les agriculteurs. La modélisation de l'adoption de l'irrigation localisée est retenue comme le cadre méthodologique du travail de recherche à réaliser. Plusieurs études empiriques (Nkamleu et Coulibaly, 2000 ; Adésina et al, 2000), **cité par (Ntsama Etoundi, 2007) [95]** ont étudié l'adoption des innovations agricoles. Diverses méthodes d'analyse ont été appliquées dont notamment l'utilisation de modèles économétriques.

La recension de la littérature sur les études d'adoption permet de distinguer trois types de modèles couramment utilisés pour analyser la décision d'adopter une technologie agricole : les modèles de probabilité linéaire, de Logit et de Probit. Le modèle Logit est souvent utilisé dans la plupart des études d'adoption. Mais nous avons souhaité retenir un modèle économétrique qui est spécifiés et estimés. C'est ainsi qu'un modèle Logit qui permet d'identifier les variables explicatives de l'adoption de l'irrigation localisée. « En s'appuyant sur les résultats des études sur l'adoption et la diffusion des technologies, certaines variables socioéconomiques sont jugées déterminantes dans l'adoption d'une technologie » (Rogers, 1983), cité par (Adéoti et al ,2002)[51]. Elles incluent la zone agro-écologique, l'âge, le genre, la taille du ménage, l'équipement agricole, la taille de l'exploitation...etc. Ces variables qui caractérisent la situation socio-économique des producteurs peuvent être déterminantes dans l'adoption des innovations agricoles.

En effet, un agriculteur est considéré comme adoptant lorsqu'il utilise la technologie quelque soit l'intensité. Cette adoption est influencée positivement ou négativement par les caractéristiques socio-économiques et politiques (subvention, réglementation)

et techniques liées aux producteurs et aux technologies, qui définissent les variables indépendantes ou explicatives qui constituent nos hypothèses de réponse.

Stratégie d'échantillonnage & les données utilisées

En théorie, deux méthodes d'échantillonnage sont possibles : aléatoire ou empirique. Le recours à la méthode aléatoire suppose que chaque exploitation agricole peut avoir une probabilité non nulle et connue (avant ou après l'enquête) d'appartenir à l'échantillon. La méthode d'échantillonnage à employer dépend donc de la qualité de la base de sondage. Dans l'idéal, la base de sondage doit être exhaustive.

Dans notre cas d'étude, cette condition est remplie et on privilégie la mise en œuvre d'une méthode aléatoire. Les données qui seront utilisées pour l'estimation de modèle spécifié sont collectées par une enquête portant sur les critères déterminants l'adoption de la technologie d'économie d'eau qui s'est réalisée auprès des agriculteurs tirés au hasard à partir de la base de sondage composé de 300 agriculteurs appartenant à un périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I. Cela permettra de constituer un échantillon de 117 agriculteurs représentatifs au total pour les trois secteurs.

Analyse des données

Pour l'analyse des données nous utiliserons deux logiciels d'exploitation. Les analyses statistiques seront faites grâce à **Microsoft Excel (2007)**. Il a l'avantage de permettre l'importation aisée des données d'un logiciel à un autre. Après avoir vu les propriétés de plusieurs logiciels pour l'estimation des modèles précédemment présentés, on a opté pour le logiciel **Stata/SE10** (Les analyses économétriques sont réalisées avec le logiciel **Stata/SE10** pour le traitement des données d'enquête).

Ce logiciel analyse aussi bien les données quantitatives que qualitatives. C'est un logiciel réputé pour ces multiples fonctions de traitement de données et d'analyse statistique et dispose également d'un langage de programmation aisé et convivial. Il a l'avantage de stocker les données dans une base. Ce stockage permet de changer de variable lorsqu'elle n'est pas pertinente au moment des analyses.

Le document se présente plus précisément de la manière suivante : le premier chapitre comporte une investigation théorique et empirique de l'adoption des innovations technologiques en agriculture et les des déterminants de l'adoption et de la diffusion des technologies. Le second chapitre comporte, l'approche méthodologique, une discussion argumentée de modèle utilisé pour l'étude du choix de l'adoption de l'irrigation localisée. Le troisième chapitre présente les résultats de modèle estimé ainsi que la discussion de leurs implications et portées. Enfin une conclusion générale, on conclut ce travail en dérivant quelques recommandations pour les décideurs.

Chapitre 1 Déterminants de l'adoption des innovations technologiques en agriculture

Introduction

On observe un intérêt croissant des pouvoirs publics pour la promotion des innovations technologiques qui accroissent la productivité agricole. Cependant, beaucoup d'avancées technologiques diffusées dans le secteur agricole n'ont pas toujours connu le succès escompté auprès des agriculteurs, certaines n'étant adoptées que par une partie des agriculteurs, d'autres faisant l'objet de rejet après adoption. Dans un tel contexte, il importe de revisiter les processus théoriques qui conduisent à la diffusion et à l'adoption de l'innovation technologique dans le secteur agricole. Depuis le début des recherches sur l'adoption des innovations, les différents chercheurs se sont fondés sur des approches qui ont la même ambition : expliquer l'adoption des innovations. La théorie de diffusion des innovations s'intéresse à l'étude de la diffusion des innovations dans les différents types d'organisations. Elle vise à comprendre le processus de diffusion des innovations afin d'identifier un certain nombre de facteurs qui influencent leur adoption et diffusion. Cette théorie a fourni les premiers développements sur les concepts de base et a construit un corpus empirique riche sur les déterminants de l'adoption, elle a ainsi constitué une référence pour le développement du courant de recherche sur la diffusion des innovations. Ce dernier vise de même à étudier le taux de diffusion des innovations agricoles et à identifier les facteurs qui influencent l'adoption et l'implantation des innovations dans ce domaine. Pour cela, nous allons voir dans un premier temps, les notions élémentaires, notamment la notion d'innovation et ses caractéristiques, les types d'innovations et l'innovation en agriculture. La problématique de l'adoption de la technologie a fait l'objet d'un nombre très important de recherches en agriculture. Dans la littérature, plusieurs théories et modèles ont tenté d'expliquer, de prédire ce phénomène. Dans ce chapitre, nous nous proposons de présenter une revue de la littérature des modèles les plus influents. Cette dernière nous permettra d'élucider un certain nombre d'hypothèses à propos de l'adoption des nouvelles technologies d'économie d'eau en Algérie ; hypothèses qu'on vérifiera tout au long de ce travail à travers une méthodologie qui sera présentée dans le deuxième chapitre concernant le choix d'adoption dans la zone d'étude.

1.1. Les concepts microéconomiques de technologie et progrès techniques

La technologie est définie par les économistes comme un stock de techniques disponibles ou état des connaissances concernant la relation entre inputs et outputs physiques donnés alors que le changement ou le progrès technologique est une amélioration dans l'état des connaissances de telle sorte que les possibilités de production soient impulsées. Ce dernier

permet concrètement d'obtenir plus d'outputs avec une même quantité d'inputs soit le même output avec une faible quantité d'inputs (Colman et Young, 1995)[61].

Ellis (1993) [66] confère un contenu encore plus clair aux différents concepts liés aux progrès techniques en agriculture et appréhende la technologie comme l'ensemble des méthodes de production qui sont ou peuvent être développées dans un état donné des connaissances scientifiques. Le progrès technique fait alors référence aux avancées dans la connaissance scientifique qui peuvent être ou sont porteuses des nouvelles méthodes de production.

La technique quant à elle représente une méthode particulière de production, un procédé particulier, une combinaison donnée des facteurs de production pour un niveau bien établi d'output. Celle-ci est représentée par un point donné de l'isoquant ou de la courbe d'isoproduit.

Les implications économiques du progrès technique peuvent donc être appréhendées à travers les concepts microéconomiques de fonction de production et des courbes d'isoquants ou d'iso-produits lui associés.

La fonction de production simple définit l'output maximal qu'il est possible d'obtenir pour chaque niveau d'utilisation d'un intrant, tous les autres intrants étant maintenus constants. Dans le cas de plusieurs intrants variables, la fonction de production et les courbes isoproduits ou isoquantes lui associées, indiquent la quantité maximale de production qu'il est possible d'obtenir pour chaque combinaison d'intrants variables, toutes les choses restant égales par ailleurs.

La courbe d'isoproduit ou isoquant est alors le lieu géométrique de toutes les combinaisons possibles des inputs variables donnant le même niveau de production, chaque combinaison d'intrants variables y représentant un procédé ou une technique particulière de production. Une technologie disponible donnée, représentée par un isoquant, est donc composée de plusieurs techniques de production caractérisées chacune par une intensité factorielle particulière.

Les techniques de production sont des façons particulières de combiner les facteurs pour obtenir des produits et le changement technologique ou progrès technique est alors défini comme le passage d'une fonction de production ou courbe isoquante à une autre suite soit à l'emploi d'un nouvel intrant en remplacement d'un ancien plus cher ou moins performant (une variété à haut rendement en remplacement d'une semence traditionnelle en agriculture), soit à l'ajout d'un nouvel intrant à ceux existants (exemple l'engrais chimique ou le pesticide), soit à une meilleure combinaison des intrants existants permettant l'amélioration des possibilités de production. Le progrès technique peut aussi concerner le remplacement d'un produit par un autre.

L'innovation est virtuellement synonyme de changement technique, elle fait référence au premier usage pratique d'une nouvelle technique plus productive. Le processus d'innovation étant celui qui change la combinaison, la qualité ou la quantité d'inputs requis pour produire un même type d'output. La grande caractéristique des innovations en agriculture est leur faible impact sur la nature d'output par rapport aux innovations industrielles qui la modifient (Ellis, 1993)[66].

L'innovation est considérée comme la première application économique consacrée par le marché d'un savoir-faire. Etablie dans un cadre institutionnel et un environnement social donnés, elle est le résultat des relations dialectiques entre plusieurs variables dont l'action est synthétisée dans le concept phare de « *processus d'innovation* » (Nagels, 2002)[64].

Le progrès technique et les innovations, qui en sont les fleurons, constituent une avancée vers l'efficacité technique mesurée par le taux d'accroissement de la productivité totale des facteurs. Ils déplacent la courbe des possibilités techniques en accroissant la productivité globale des facteurs et s'érigent ainsi en principale source de croissance soutenue de l'output aussi bien au niveau microéconomique de la ferme qu'au niveau agrégé de la production agricole (Ruttan et Hayami, 1971) [45].

La relation liant la technologie et son changement à l'output agricole ressort clairement des définitions de Colman et Young (1995)[61]. La technologie est identifiée comme un stock de techniques disponibles ou un état des connaissances concernant la relation entre inputs et outputs physiques donnés alors que le changement ou le progrès technologique est une amélioration dans l'état des connaissances de telle sorte que les possibilités de production en sont impulsées.

Le résultat du progrès technique est alors l'obtention concrète de plus d'outputs avec une même quantité d'inputs soit le même output avec une plus faible quantité d'inputs. Les avancées technologiques ayant permis de réaliser de tels gains de productivités en agriculture ont fondé les espoirs de croissance agricole des pays en développement. Parmi les progrès, qui ont été au centre des débats théoriques et empiriques du développement agricole figurent les variétés des semences à haut rendement (High Yield Varieties) ainsi que la mécanisation. Ces deux innovations constituent la base de la principale analyse économique de l'impact des progrès techniques sur l'usage et le ratio des facteurs de production ainsi que sur la substitution entre produits.

Le progrès technique est néanmoins omniprésent dans l'agriculture. Il a longtemps concerné l'investissement en capital qu'il s'agisse de la mécanisation, des installations de drainage et d'irrigation, de la traction,...mais il s'est démarqué aussi à travers le choix des variétés et d'intrants qu'il s'agisse des variétés à haut rendement et des engrais, de la sélection et l'amélioration des espèces animales, une meilleure alimentation des élevages, les pesticides et insecticides. Il concerne de plus en plus aussi les méthodes culturales et d'élevage ainsi que les innovations institutionnelles et les pratiques de gestion au niveau de l'exploitation.

1.2 Source et impact du progrès technologique

Les nouvelles théories de la croissance économique, animées par les travaux pionniers de Romer et Lucas, établissent le rôle primordial du progrès technique à côté du taux de l'épargne. Il est le taux de variation de la productivité totale des facteurs et un produit de l'accroissement du stock de connaissances susceptibles d'une accumulation au même titre que le capital physique (Mounier, 1992)[6]. Fondement de l'économie du savoir, cet accroissement du stock de connaissances est le résultat de l'expérience acquise dans la production, le « *learning by doing* », de l'éducation de la main d'oeuvre en tant que capital humain ou encore des avancées publiques et privées dans la recherche-développement.

Le « *learning by doing* » est le processus d'apprentissage issu de l'expérience cumulée de la main d'oeuvre, de la formation sur le tas et l'amélioration du savoir dont les effets sur la production sont indéniables.

La courbe d'apprentissage d'Arrow est alors la fonction reliant la productivité du travail au taux d'investissement de la période précédente, elle établit que la qualification collective des producteurs est proportionnelle aux occasions de produire. L'éducation quant à elle se présente comme le procédé d'incorporation du changement technique à la main

d'œuvre, un véhicule obligé de la croissance (Mastaki namegabe, (2006)[77]. Le rôle de la recherche privée et publique dans l'avancement technologique ne devrait pas occulter la place occupée par « *les savoirs paysans* » dans cette dynamique. Ils traduisent l'adaptation des ménages agricoles, par l'usage de leur savoir-faire traditionnel, aux changements de leur environnement ainsi qu'une réponse aux opportunités offertes confirmant ainsi l'existence de plusieurs canaux par lesquels les nouvelles méthodes sont adoptées par les agriculteurs (Ellis, 1993)[66]. Le progrès technique offre des opportunités d'accroissement d'output agricole et d'élévation des revenus (Colman et Young, 1995)[61] et donc de sécurité alimentaire.

L'impact du progrès technique sur la fonction de production agricole peut être illustré par les diagrammes facteur-produit, facteur-facteur ou produit-produit empruntés à la microéconomie classique. L'exemple stylisé de Colman et Young (1995) [61] portant sur l'effet de l'introduction d'une nouvelle variété de riz qui améliore la réponse de l'offre à l'usage de l'engrais permet d'appréhender les effets de cette innovation sur l'output total, le mix factoriel et la frontière des possibilités de production. L'adoption de cette innovation et son introduction dans le procédé de production pourront induire le déplacement vers le haut de la courbe de produit total à travers un accroissement de rendement, comme il ressort de la figure 1.1.

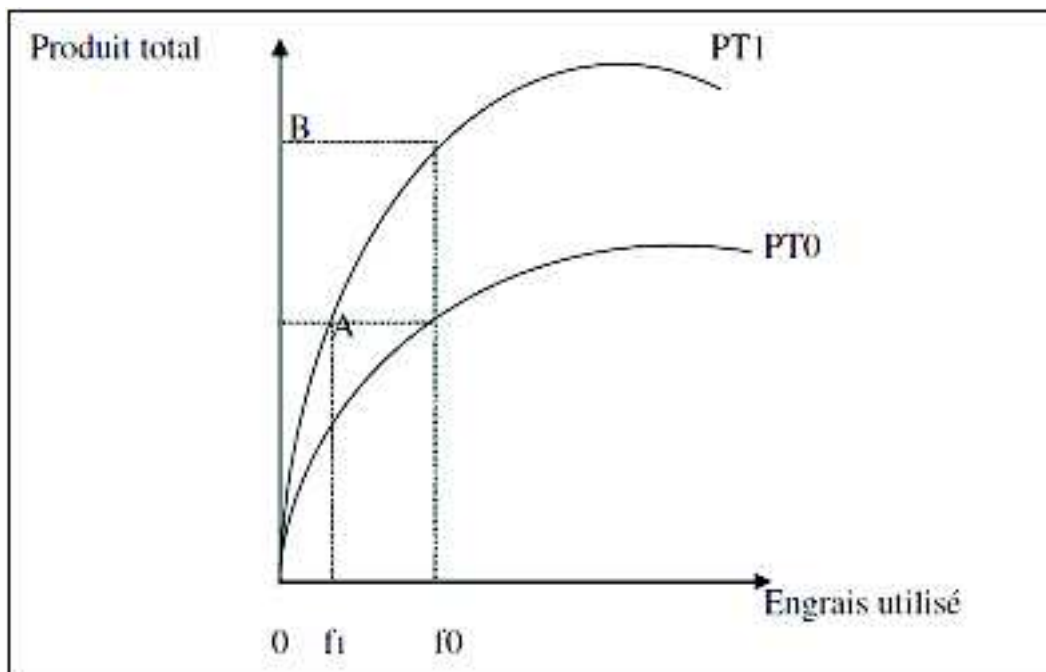


Figure 1.1 -Le changement technologique et la courbe de produit total

Source: Colman et Young (1995)

Avec l'usage de l'engrais f_0 , la production peut être accrue de OA à OB, alternativement, un niveau donné d'output, OA, peut être réalisé avec un niveau réduit d'engrais utilisé, Of_1 à la place de Of_0 .

Ce gain est mesuré par la productivité totale de facteurs (PTF) qui est le ratio entre l'output total et les inputs totaux, les deux mesurés en termes d'indice. L'accroissement de ce ratio est interprété comme possibilité d'obtenir plus d'output avec un même niveau donné d'input ou moins (Ehui et Jabbar, 2002) [34].

Le diagramme facteur-facteur, établi par la figure 1.2, illustre l'impact que peut avoir un tel progrès technologique sur le mix de deux inputs variables, l'engrais et le travail.

L'introduction de ce nouvel intrant permet de réduire la quantité consommée de deux intrants variables et l'isoquant se déplace vers l'origine, en Q1, traduisant ainsi des économies dans l'usage des facteurs de production employés et une réduction des coûts de production, ceteris paribus.

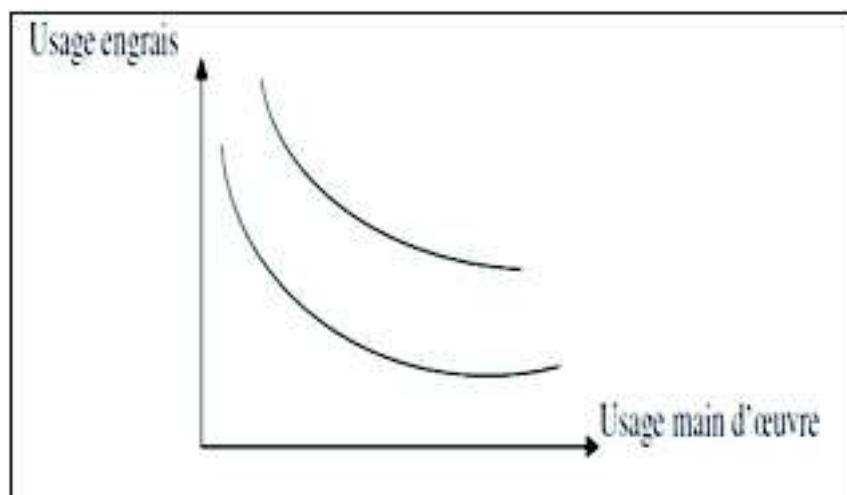


Figure 1.2 - Le changement technologique et la combinaison factorielle

Source : Colman et Young (1995)

Les courbes de possibilités de production, établies par la figure 1.3 indiquent les combinaisons d'outputs réalisables étant donné le niveau d'inputs. Avec l'introduction de la nouvelle variété de riz, l'exploitant produit plus de riz avec la même quantité d'inputs, la frontière des possibilités de production passe ainsi de F0PP à F1PP, les quantités de facteurs variables et d'outputs de maïs demeurant inchangés.

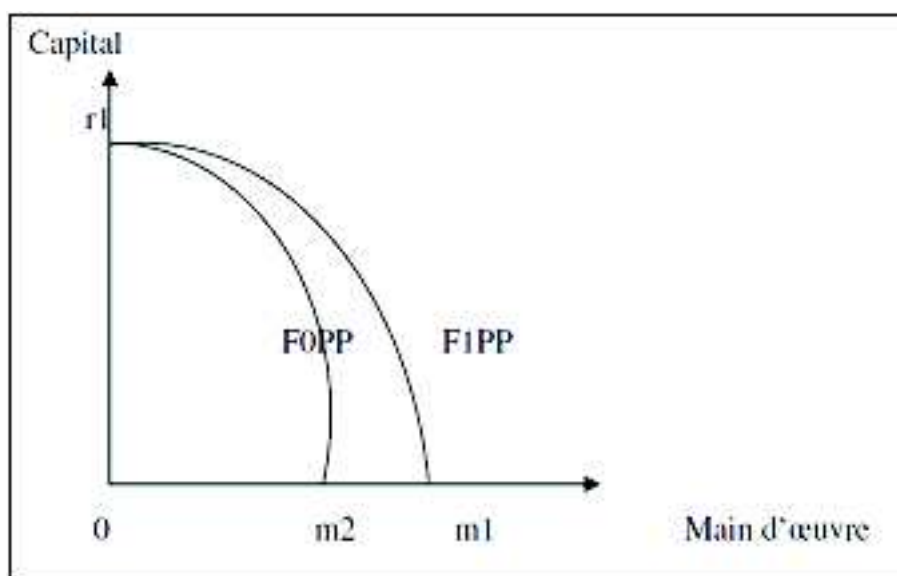


Figure 1.3- Le changement technologique et les possibilités de production

Source: Colman et Young ,1995

Les classifications des innovations et progrès technologiques sont basées soit sur leur impact en termes d'économies dans l'emploi des facteurs de production, soit sur les problèmes de politiques agricoles qu'ils génèrent, soit encore sur la nature des acteurs qui les propulsent, les différentes nomenclatures étant caractérisées par une interpénétration dynamique.

1.3 Les différents types d'innovations ou changements technologiques en agriculture

La nomenclature des progrès technologiques et innovations agricoles la plus rencontrée est celle basée sur leur impact sur l'intensité factorielle dans le procédé de production. Elle distingue le changement technique biaisé de celui dit neutre. Un changement technique est **biaisé** lorsqu'il affecte le taux marginal de substitution technique entre les intrants ou encore les rapports de leurs productivités marginales quand les deux intrants sont utilisés dans la même proportion. Aux prix constants des intrants, ceux-ci sont utilisés dans une proportion différente de celle prévalant avant le changement technique et la combinaison optimale des facteurs en sort modifiée. Ce type de progrès technologique, plus rencontré en agriculture, implique des changements dans l'intensité optimale de facteurs de production et est porteur d'importantes implications sociales et économiques.

Une telle innovation, au lieu d'induire un déplacement parallèle de l'isoquant par rapport à l'origine, modifie le taux marginal de substitution entre les facteurs (Ellis, 1993) [66] en s'accompagnant d'une inclinaison vers un des axes du diagramme facteur-facteur, il économise plus un facteur que l'autre dans le procédé de production (Mounier, 1992)[6].

Lorsque le nouvel équilibre qu'il implique, au même rapport des prix des facteurs, génère une diminution plus grande dans l'usage du travail par rapport à l'augmentation de l'usage du capital, le progrès technologique est dit épargnant la main d'oeuvre (*Labor saving*) et consommant le capital (*Capital using*). Lorsque, au contraire, la proportion optimale du service de main d'oeuvre augmente par rapport à celui du capital, le progrès technologique est dit épargnant le capital (*Capital saving*) et consommant de la main d'oeuvre (*Labor using*).

La fonction de production en agriculture se prête aisément à la décomposition du facteur capital lui-même en capital épargnant la terre à l'exemple des fertilisants et en celui épargnant le travail comme la mécanisation et plus spécialement les tracteurs.

Ellis(1993)[66] établit, dans cet ordre d'idées, que parmi les avancées technologiques expérimentées en agriculture des pays en voie de développement, les semences améliorées et autres améliorations foncières constituent des innovations épargnant le facteur foncier alors que les différents types de mécanisation tendent à être épargnant de la main d'oeuvre.

De façon alternative, le changement technique est dit **neutre** lorsque le niveau d'efficacité qu'il induit est mesuré par un déplacement parallèle de la courbe isoquante vers l'origine.

Pour un niveau donné des prix des facteurs, le ratio des inputs employés dans le procédé de production demeure inchangé ainsi que le taux marginal de substitution technique. Les implications socio-économiques des innovations agricoles neutres et biaisées peuvent être illustrées par la fig.1.4. Tirée de Sadoulet et de Janvry (1995) [30].

Se basant sur la définition du biais de changement technologique, pour deux facteurs K et L et un ratio des prix de facteurs donné P_L/P_K , ces deux auteurs définissent le changement technique neutre comme celui qui laisse inchangé le ratio optimal de facteurs K/L.

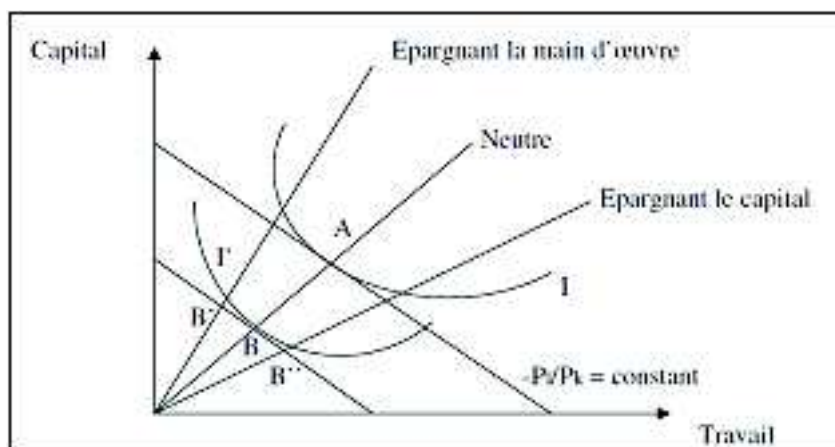


Figure 1.4- Le changement technologique et ses biais

Source : Sadoulet & de Janvry ,1995

Sur la figure 1.4, le changement technologique a déplacé l'isoquante de I à I'. Le nouvel équilibre, aux prix factoriels constants, s'établit à B, point de tangence entre l'isoquante le plus élevé et la contrainte budgétaire de l'exploitation. Etant donné que le ratio des facteurs demeure inchangé, il s'agit d'un changement technologique neutre.

Le changement technique est épargnant le travail, dans ce cas, lorsque le ratio optimal des facteurs K/L passe à B' avec le nouvel équilibre alors qu'il est épargnant le capital lorsque le ratio optimal des facteurs diminue en correspondant au point B''.

Bublott (1974), cité par (Mastaki namegabe J .L, (2006) [77], distingue au sein des innovations agricoles les progrès biologiques des progrès mécaniques.

Les progrès biologiques sont ceux qui tendent à augmenter les rendements des plantes et des animaux. Pour les productions végétales ces progrès se traduisent par l'amélioration qualitative des facteurs de production à travers, par exemple, l'emploi des fumures plus adéquates et équilibrées, l'usage des produits phytosanitaires dans la lutte contre les maladies, la sélection des plantes,...alors que pour les productions animales, il s'agit des progrès qui induisent un accroissement de la vitesse de croissance des animaux de boucherie en tant qu'élément clé de l'efficacité alimentaire et notamment : la sélection des races, les améliorations dans l'alimentation, l'habitat et l'hygiène des animaux, la lutte contre les maladies, l'usage des hormones de croissance.

Les progrès mécaniques, quant à eux, tendent à faciliter et accélérer de nombreuses tâches agricoles, ils consistent en une substitution du capital au travail et permettent de réaliser un volume donné de production au départ d'une quantité moindre de ce facteur. Ces progrès mécaniques comprennent l'usage des machines de labours et semis, l'amélioration de la qualité des constructions, l'automatisation de certaines productions animales,... Leur contribution en perspectives d'amélioration des rendements agricoles est indirecte et se manifeste à travers l'affectation à d'autres productions du travail libéré par la mécanisation.

Alors que les progrès mécaniques exigent des dimensions importantes pour les exploitations qui les adoptent, sont prohibitifs pour de petits exploitants et de diffusion lente, les innovations biologiques sont aisément adoptées en raison de la faiblesse

des investissements qu'elles exigent et ne justifient aucune discrimination au sein des exploitations quant à leur dimension.

Cette nomenclature des innovations permet en outre de lier les types de progrès aux agents économiques susceptibles de les promouvoir en fonction de la facilité de protection des droits y relatifs par des barrières juridico-légales.

Le développement des nouvelles machines agricoles et des nouveaux produits chimiques, protégés généralement par des brevets d'invention et des licences d'exploitation, est le fruit de la recherche-développement au sein des entreprises privées rassurées quant à la rentabilité de leurs investissements. Les innovations en termes des nouvelles races animales et nouvelles variétés végétales, plus difficiles à protéger, sont, de leur part, traditionnellement des résultats des institutions publiques de recherche qui leur confèrent un statut de bien d'usage non privatif et souvent mis gratuitement à la disposition des agriculteurs. Il est néanmoins important de noter le rôle de premier plan joué par le secteur privé dans la production et promotion des innovations biologiques liées aux organismes génétiquement modifiés ces dernières années.

Une typologie des innovations agricoles basée sur le degré de changement qu'elles induisent sur l'individu ou la société qui l'adopte est proposée par Gentil(1987) Cité par (Mastaki namegabe J .L 2006) [77] et établit une nette distinction entre l'innovation « simple », l'innovation « irradiante » et le « système cohérent d'innovation ».

L'innovation « simple » est celle qui engendre des changements ne touchant que partiellement le système de production, elle est facile à adopter. C'est le cas d'un nouvel engrais, d'une nouvelle variété.

L'innovation « irradiante » est celle dont l'impact sur le système de production est important, il induit un bouleversement de tout le système au niveau de l'organisation du travail, de l'équilibre financier, de l'augmentation des superficies,... C'est le cas de l'introduction d'une nouvelle culture, de la mécanisation.

Le « système cohérent d'innovation » traduit la situation où l'introduction de l'innovation nécessite une restructuration au niveau des exploitations et au niveau de la communauté villageoise dans leur globalité. C'est le cas des techniques de lutte contre l'érosion, la désertification.

Les classifications des innovations selon les agents qui les propulsent caractérisent mieux les pays développés où les pratiques recherche-développement privées et publiques sont avancées.

Quel que soit le cadre spatial où elles se développent, les innovations portent en elles un reflet de la dynamique interne propre aux systèmes agraires qui les propulsent, elles traduisent un choix rationnel des agriculteurs face au rétrécissement de la frontière de production ainsi qu'une réponse aux opportunités économiques qui s'offrent au secteur.

La théorie de l'innovation induite fondée sur ce postulat de rationalité de « l' homo oeconomicus » qu'il soit « africanus » ou « occidentalis » permet de lier le choix technologique des agents à l'évolution même de leurs systèmes de production agricole et traduit le caractère endogène du processus d'innovation.

1.4 Définition du concept d'adoption de l'innovation

Selon Van den Ban et *al.* (1988), cité par (Ntsama Etoundi, (2007) [95] ont défini l'adoption des innovations comme la décision d'appliquer une innovation et de continuer à l'utiliser.

Selon Rogers (1983)[23] définit l'adoption comme étant la décision de choisir une innovation comme étant la meilleure alternative. C'est le processus centré sur le cheminement mental de l'individu depuis la première information jusqu'à l'adoption. Le concept d'adoption d'innovation étant utilisé pour décrire un comportement individuel vis-à-vis d'une innovation. Elle est donc un choix microéconomique dont les multiples variables explicatives ont été identifiées par une série d'études théoriques et empiriques liées aux choix des agriculteurs.

1.5 Définition de la micro-irrigation

L'irrigation localisée couvre en principe l'ensemble des techniques qui entraînent l'humidification d'une partie seulement du sol, mais ce terme s'applique plus particulièrement à celles qui n'apportent l'eau qu'au pied des plantes, dans la zone racinaire. Leurs caractéristiques essentielles sont des apports à faible débits et faible dose d'eau et d'engrais, localisé dans la zone racinaire des cultures, au moyen d'organes de distribution. On peut dire que les conditions préférentielles d'utilisation de l'irrigation localisée sont les suivantes (Vermeiren L, 1983)[80]:

1. Prix de l'eau élevé ;
2. Terrain en forte pente et accidenté ;
3. Main d'œuvre rare et chère ;
4. Mauvaise qualité de l'eau ;

1.5.1 Les caractéristiques et spécificités de la technologie économe en eau

Les avantages et inconvénients de l'irrigation des cultures maraichères et l'arboriculture par aspersion sont listés dans le tableau 1.1. Notons tout d'abord que cette technologie nécessite un niveau de technicité assez faible, ce qui pourrait expliquer sa large diffusion sur le périmètre de La Mitidja Ouest. D'autre part, son efficacité est peu élevée, de l'ordre de 75 %, du fait d'une grande sensibilité au vent. Notons finalement que le travail associé à un système d'irrigation par aspersion est contraignant, notamment pour les systèmes en couverture mobile ou totale, où l'agriculteur doit déplacer lui-même son matériel afin d'irriguer l'ensemble de sa surface cultivée.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Grande adaptabilité aux • Faible technicité requise • Besoin en entretien restreint • Améliorations du système envisageables (Couverture intégrale, automatismes) 	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité de 75% (grande sensibilité au vent) conditions de terrain • Travail contraignant • Optimisation du système difficile à atteindre (sensibilité aux conditions de débit et de pression)

Tableau 1.1-Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion pour cultures maraichère et l'arboriculture

Les avantages et inconvénients de l'irrigation des cultures maraichères et de l'arboriculture par l'irrigation localisée au goutte-à-goutte sont listés dans le tableau 1.2. Notons tout d'abord que cette technologie nécessite un fort investissement initial de la part des agriculteurs, ce qui pourrait expliquer sa faible diffusion sur le périmètre irrigués de La Mitidja- Ouest. D'autre part, son impact sur la consommation d'eau dans la Mitidja -Ouest est ambigu car ce matériel permet de s'affranchir du vent mais valorise mal les fortes pluies qui touchent une grande partie de périmètre irrigué en saison humide. Ce matériel permet

cependant un contrôle précis de la dose d'eau à apporter et peut améliorer l'efficacité d'application des engrais, éléments essentiels de la productivité de l'exploitation.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité de 90% (insensible au vent) • Contrôle précis de la dose d'eau à appliquer • Mécanisation totale envisageable • Apport fractionné des engrais envisageable 	<ul style="list-style-type: none"> • Préparation du terrain • Travail technique et régulier • Risque de bouchage racinaire du réseau • Entretien de la station de filtration • Investissement nécessaire à chaque replantation • Valorisation limitée des fortes pluies

Tableau 1.2- Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée pour les cultures maraichère et l'arboriculture

1.5.2 Impact de l'irrigation localisée

Une revue de la littérature sur les impacts des technologies de micro-irrigation indiquent qu'ils sont habituellement favorisés principalement pour un ou plusieurs des objectifs suivants : (1) afin d'économiser de l'eau de l'agriculture irriguée et en évitant les crises imminentes de l'eau (Narayanamoorthy 2003 ; Polak et autres 1997 ; Shah et Keller 2002) , cités par Fouzai (2007) [3], (2) comme stratégie pour augmenter le revenu et pour réduire la pauvreté parmi les pauvres ruraux, (3) pour augmenter les rendements et la sécurité alimentaire des ménages ruraux (Bilgi 1999 ; Upadhyay 2003 ; Upadhyay 2004) , cités par Fouzai (2007)[3], et (4) en tant que moyens de prolonger l'eau disponible limitée d'un plus grand secteur cultivé, particulièrement pendant des années de sécheresse.

Les technologies de micro-irrigation mènent à la réduction de pauvreté par des augmentations substantielles du revenu agricole dû à un plus grand domaine de culture, de meilleurs rendements de récolte, une qualité supérieure de la production, augmenter le rendement, maturité de récolte et par conséquent prix unitaire plus important, et coûts réduits de culture, en particulier pour des opérations comme l'irrigation et le sarclage.

Les technologies de micro-irrigation augmentent la sécurité alimentaire en permettant la production et la consommation des légumes, en particulier les légumes feuillus. La première argumentation est que l'adoption des technologies de micro-irrigation résulte dans l'épargne nette de l'eau, facilitant de ce fait les problèmes actuels de pénurie d'eau. L'économie de l'eau est atteinte par la réduction substantielle des pertes en raison de l'évaporation et aux systèmes inefficaces de transport et la distribution de l'eau sur le champ.

Cependant, le raisonnement des agriculteurs pour adopter ces technologies peut être différent de l'objectif de l'Etat. Les agriculteurs peuvent donner plus de poids aux autres attributs des technologies de micro-irrigation telles que des améliorations de rendement, réduction de besoin de main-d'œuvre, amélioration de qualité de rendement, etc. dans leurs décisions d'adoption.

Par exemple, l'application de l'eau peuvent être réduits par 50 à 100 pour cent par la méthode d'irrigation localisée. C'est le motif avancé pour les gouvernements à embarquer sur la vulgarisation massive de ces technologies.. Plusieurs études en Inde ont montré un retour considérable des investissements des agriculteurs en technologies de micro-irrigation (Dhawan 2002 ; Narayanamoorthy 1997 ; Narayanamoorthy 2003).[13, 78],

Par exemple, Narayanamoorthy a rapporté une augmentation des revenus des exploitations agricoles de 64.6 pour cent, de 79.5 pour cent et de 83.4 pour cent pour la banane, le raisin et la canne à sucre, respectivement pour des adopteurs d'irrigation localisée dans l'Etat de maharashtra de l'Inde. Des efforts substantiels ont été faits disséminer et populariser ces technologies.

Les gouvernements nationaux de l'Inde ont encouragé la participation privée dans la fabrication et la distribution des technologies d'irrigation localisée et l'adoption par des agriculteurs par des régimes de subventions visés. Ainsi, découvrir pourquoi les technologies de micro-irrigation ne disséminent pas rapidement et jusqu'au degré prévu est une question importante de recherches sur l'eau.

1.6 Analyses théoriques de l'adoption de l'innovation technologique

Les études de comportement d'adoption identifient les conditions qui justifient ou non l'usage d'une innovation par un agent économique. Ce chapitre parcourt les différents courants théoriques qui ont été proposés pour expliquer le phénomène d'adoption des nouvelles technologies.

En premier lieu, les facteurs d'adoption de l'innovation utilisés dans la littérature sont présentés. En second lieu, les principaux modèles théoriques explicatifs du comportement d'adoption seront exposés. On part des classiques aux néoclassiques, les travaux qui ont pris comme sujet les déterminants des choix techniques et de l'utilisation des innovations technologiques par les entreprises ont été largement liées à la structure et à l'évolution des variables de répartition. Cependant, dans le cadre de notre étude, on s'intéresse à l'adoption technique induite par les variables de répartition, on se contente d'aborder les deux approches qui concordent avec deux courants de pensée économique, il s'agit des classiques et néo-classique.

1.6.1. L'analyse des classiques

L'économie parle du progrès technique depuis ses fondements. Chez les classiques, la notion de progrès technique était réduite à une recombinaison des facteurs de production, pour eux le choix et l'adoption des innovations techniques se traduisent en termes de la mécanisation de la production. Les machines remplaçaient les hommes, permettant des gains de productivité qui stimulaient la concurrence. La mécanisation était donc étroitement liée au progrès technique et permettait de dépasser les limitations de la loi des rendements décroissants.

Pour Smith (1776), cité par Jollivet, (2001) [88], la division du travail est le moteur de gains de productivité dans l'activité économique. Ce lien est notamment dû au fait que la division du travail permet sa spécialisation, qui autorise alors l'usage de machine et la mécanisation des activités productives de la firme. Dans la pensée smithienne, l'une des sources du progrès technologique s'avère la conséquence de la spécialisation des individus au sein de la structure productive. En cela, l'auteur écossais est rejoint par Sismondi pour qui : « les machines naquirent de la division du travail. La nature nous présente des forces aveugles, infiniment supérieures à celles de l'homme, mais qui ne sont point destinées à le servir. Ce fut une conquête pour l'industrie que de les enchaîner et de les rendre obéissantes » (Sismondi, 1971) [76].

Dans une formulation plus contemporaine, on peut dire que l'utilisateur est reconnu comme pouvant participer de manière active au processus d'innovation technologique, dans

le sens où son savoir-faire (une connaissance spécifique, éventuellement contextuelle et tacite, incorporée dans l'individu) doit être mobilisé dans le processus d'innovation. Les machines remplaçaient les hommes, permettant des gains de productivité qui stimulaient la concurrence. La mécanisation était donc étroitement liée au progrès technique et permettait de dépasser les limitations de la loi des rendements décroissants (Ricardo, D 1988). De façon générale, le travail constitue pour eux la source de toute valeur, y compris le profil qu'ils considèrent comme étant du travail non payé, et c'est le taux de salaire qui constitue la variable inductrice de premier ordre à l'adoption et l'innovation technique.

Ainsi, selon Ricardo (1817) [18], les profits tendent naturellement à baisser, parce que, dans le progrès de la société et de la richesse, le surcroît de subsistances nécessaires exige un travail toujours croissant. Cette tendance, ou, pour ainsi dire, cette gravitation des profits, est souvent et heureusement arrêtée par le perfectionnement des machines qui aident à la production des choses nécessaires, ainsi que par l'effet des découvertes agronomiques, qui nous donnent les moyens d'épargner une portion de travail, et de diminuer ainsi le prix des articles de première nécessité pour la consommation de l'ouvrier.

L'avantage que procure la mécanisation à l'entrepreneur capitaliste pour accroître son profit constitue la première forme d'impulsion, il vend au même prix que ses concurrents produisant à moindre coût, il va recevoir plus de profit que ses concurrents. Pour cela, le salaire qui constitue la variable susceptible de varier baisse, que diminuer la demande de travail, ce qui induit une mécanisation de la production du fait de la tendance générale à la hausse des salaires, car selon eux le progrès technique s'il accroît toujours le produit net (rente+profil) n'accroît pas forcément le produit brut (Produit net +salaire).

Selon Ricardo (1817) [18], la hausse des salaires constitue la variable inductrice de premier ordre à l'introduction des machines dans le procès de production. Pour cela, il déclare « à mesure que le capital et la population d'un pays grandissent la production devient plus coûteuse, et le prix des subsistances s'élève généralement. Or, la hausse des aliments entraîne la hausse des salaires, et la hausse des salaires tend à pousser plus activement le capital vers l'emploi des machines. Les forces mécaniques et les forces humaines sont en concurrence perpétuelle, et il arrive souvent que les premières ne sont employées qu'au moment où s'élève le prix des secondes ». Cette relation entre mécanisation et hausse des salaires est aujourd'hui désignée sous le nom d'« effet-Ricardo ». C'est la première formulation historique d'un biais «**labour-saving**» induit par une modification de la répartition.

1.6.2. L'analyse des néoclassique

L'outil néoclassique de base pour l'étude de la technologie et de l'évolution technologique est la notion de fonction de production. La fonction de production spécifie une relation quantitative entre les inputs et les outputs. L'approche standard suppose qu'il y a juste deux inputs (agrégation de capital et de travail) pour la production d'un output homogène. L'élément commun sur lequel repose toutes les analyses néo-classiques est le caractère nodal de rareté relative des facteurs de production et du mécanisme de substitution entre eux.

L'approche néo-classique présente ainsi deux caractéristiques : la première est le recours à l'outil d'analyse fondamental que constitue la fonction de production, la seconde est que les variables inductrices de base sont clairement définies, il s'agit des prix relatifs des facteurs qui renvoient aux raretés des inputs.

Les néoclassiques sont investis dans l'explication de tout phénomène économique/politique ou social en termes de choix rationnel sous des contraintes. Ainsi, le changement technique est seulement un autre exemple de maximisation sous des contraintes.

La théorie néoclassique suppose cela qui est du pratiquement à des combinaisons infinies de facteur qui seront réalisées - tous les points de l'isoquant étant supposé également accessible à la société - est décidé par un choix rationnel de l'entrepreneur qui choisit la combinaison de facteurs qui maximise son bénéfice. Ainsi, le taux et la direction du changement technique sont supposés comme résultat d'un choix rationnel de l'agent représentatif.

Hicks (1932) [73] a mis en lumière le processus de substitution entre les facteurs de production. "The real reason for the predominance of labour-saving inventions is surely that which was hinted at in our discussion of substitution. A change in the relative prices of the factors of production is itself a spur to invention, and to invention of a particular kind – directing to economising the use of a factor which has become relatively more expensive." Il définit l'impulsion à l'innovation technique comme étant cause par les variations des prix relatifs des facteurs, un changement dans les prix relatifs des facteurs de production est lui-même un aiguillon à l'innovation, innovation qui économise le facteur qui est devenu relativement cher. La théorie de l'innovation induite, d'abord proposée par Hicks (1932)[73] est la théorie la plus importante dans le domaine du changement technologique. En 1932, J.R. Hicks ont introduit la théorie d'innovation induite, qui stipule que les changements des prix relatifs de facteur devraient mener aux innovations qui économisent le facteur relativement cher.

Selon Elster (1982) [72], la pensée Hicksienne, bien qu'intuitive, est victime d'une erreur logique. Les innovations pour réduire le travail semble être la réponse rationnelle de toutes les entreprises réagissant collectivement au salaire augmenté. Mais, dans une condition de concurrence parfaite, le salaire horaire est un paramètre et l'entreprise représentative assume pour agir individuellement ne peut pas le changer. En effet, les économies externes ne peuvent pas motiver le comportement sous la concurrence parfaite. Une critique explicite et très influente de l'hypothèse technique induite de changement est celle exprimée par Salter (1960), cité par Fouzai (2007) [3]. "Il avait soutenu, en effet, que l'entrepreneur est intéressé à réduire le coût total, non le coût particulier d'un facteur tel que le coût de travail ou de capital. Quand l'augmentation de coût de la main-d'œuvre, n'importe quelle diminution qui réduit le coût total est bienvenue ». Ainsi, il n'y a aucune raison de compter que le facteur travail plus cher devrait stimuler la recherche d'une innovation pour réduire le travail. Selon lui on peut dire que :

A court terme, l'entreprise subit l'augmentation du prix d'un ou de plusieurs facteurs et réorganise ses activités de manière à ce que le coût total ne croit pas d'une manière trop importante, Salter reconnaît toutefois que des changements des prix relatifs des facteurs pourraient affecter le choix technique. à moyen terme, l'entreprise cherche à économiser en priorité le facteur devenu le plus cher notamment par l'application de nouveau procédé de fabrication. Salter (1960), cité par Fouzai (2007) [3], reconnaît toutefois que les changements des prix relatifs de facteur pourraient effectuer le choix de la technologie.

Elster (1982)[72], l'argument avancé par Salter (1960) est logiquement correct. L'entreprise, suivant un changement des prix de facteur, substituera un facteur à l'autre jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre soit atteint. Ainsi, il n'y a plus de besoin d'économiser sur le facteur présentant une innovation qui économisera encore plus là-dessus. En effet, dans l'équilibre tous les facteurs sont également rares et également chers. En d'autres termes, le fonctionnement du mécanisme du marché élimine l'incitation à l'innovation. Selon Ruttan,

(2001) [98] l'argument du Salter (1960) a été réfuté par une série de documents théoriques et empiriques édités à partir des années 60.

L'adoption d'une innovation technique a d'autant plus de chances d'être selective qu'elle permet d'économiser un facteur dont la rareté est inégalement distribuée dans l'espace, tout en intensifiant l'utilisation des autres facteurs de production dont le prix est resté relativement faible. Cette réponse du progrès technique à la dotation en facteurs d'une économie ou d'une région est ce que l'on convient d'appeler le processus d'innovation induite (Binswanger et Ruttan ,1978) [44].

Parmi les théoriques importantes est celle d'Ahmad (1966) [92]. En cet article, il a développé une approche micro-fondée à l'innovation induite présentant le concept de la courbe de possibilité d'innovation (IPC). On le suppose qu'à chacun temps donné, il y a un ensemble de processus de fabrication potentielle, déterminé par l'état de base de la connaissance, disponible pour être développé. L'intérêt pour la micro-économie de l'innovation induite a augmenté après des papiers par Ahmad (1966), Kamien et Schwartz (1968), et Binswanger (1974, 1978a, 1978b), cité par (Di Maio .M, 2003) [82].

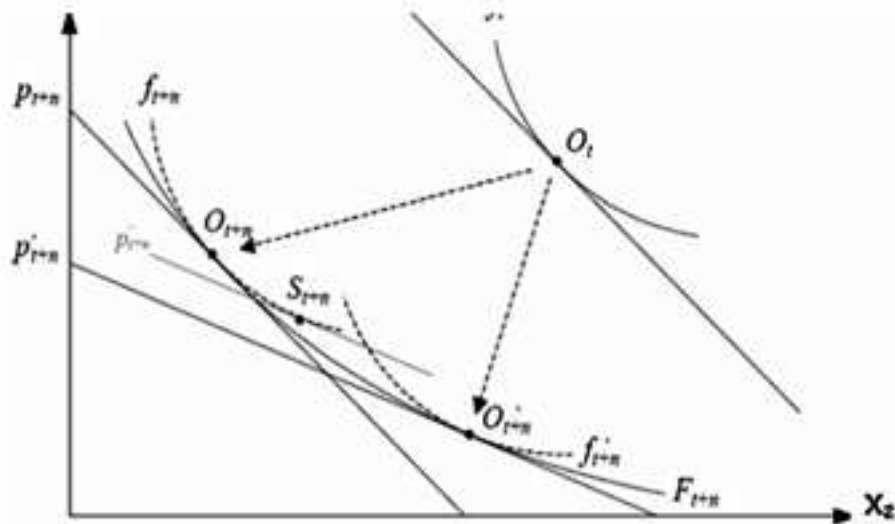


Figure 1.5 - Courbes Des Possibilités d'Innovation (C.P.I) d'Ahmad

Source :Ruttan ,1995 In Fouzai(2007)

En effet, la figure 1.5 adaptée à partir des travaux de Ruttan, décrit les techniques de production comme étant une combinaison de deux facteurs le long des isoquants unitaires. L'isoquant f_t décrit l'ensemble de combinaisons de facteurs disponibles à un temps t , d'où les prix relatifs P_t qui impliquent le choix de O_t à $t+n$, suite à quelques changements techniques et avec des prix relatifs constants $P_t = P_{t+n}$, la combinaison optimale des facteurs sera déplacée de O_t à O_{t+n} sur un nouveau isoquant qui sera noté f_{t+n} . Maintenant, si l'ordre historique des prix mène à des prix relatifs $P' < P_{t+n}$, l'économie devrait produire alors f'_{t+n} plutôt que f_{t+n} et le nouveau optimum serait O'_{t+n} . L'exploration des prix relatifs possibles entre les dates t et $t+n$ mène à ce que appelle Ahmad (1966) [92] Courbe de Possibilité d'Innovation c'est-à-dire une enveloppe f_{t+n} des fonctions de production possible à $t+n$ le long d'une enveloppe donnée les fonction f s'excluent mutuellement l'une après l'autre si le scénario de référence mène f_{t+n} un

choc instantané dans les prix relatifs va décaler le choix à S_{t+n} plutôt qu'à O'_{t+n} puisque f'_{t+n} n'est plus une option disponible. Dans ce contexte une augmentation du prix relatif d'un input va conduire la firme à chercher à développer des technologies qui économisent ce facteur de production qui devient relativement rare.

1.7 La théorie des innovations induites: la rationalité des agriculteurs

La théorie économique de l'innovation induite en agriculture définit un lien entre les choix technologiques des agriculteurs et les contraintes de leur environnement. Elle établit que la dégradation de l'environnement peut se corriger en elle-même, la rareté des ressources ou l'accroissement des coûts privés ou sociaux générés par la dégradation induisant le développement et l'utilisation des nouvelles pratiques agricoles et de gestion durable des ressources (Zeller, Minten, Lapenu, Ralizon, Randrianarisoa, 1998), cité par (Mastaki Namegabe, 2006) [42].

Théorie bâtie à partir des constats empiriques de Ruttan et Hayami, le concept de l'innovation induite identifie les innovations et progrès techniques comme résultat des inspirations des agents économiques face aux contraintes physiques qui se posent à l'agriculture. L'émergence des innovations est influencée par les conditions économiques et notamment la rareté des ressources ainsi que les opportunités économiques offertes. Ruttan et Hayami constatent que le mécanisme d'innovation constitue non seulement la réponse des firmes qui maximisent leur profit aux variations des prix du marché mais aussi celle des institutions publiques et privées de recherche aux évolutions des dotations factorielles et du contexte économique (Mounier, 1992) [6]. Pour ces auteurs, la dotation en ressources, et tout particulièrement le rapport terre/homme, est la cause essentielle de la direction du changement technique en agriculture.

Cette théorie suggère que la recherche du profit incite les firmes non seulement à se situer sur la courbe d'efficacité mais aussi à s'impliquer dans l'élévation du plafond technologique à travers la recherche et l'adoption des innovations afin de dépasser les limites imposées par le plein emploi des ressources. Les agriculteurs sont donc caractérisés par une rationalité économique comme tout homo oeconomicus. Plusieurs revues de la littérature confirment la théorie de l'innovation induite ainsi que ses liens avec la dynamique des systèmes agraires.

Ruthenberg (1980) [71], à travers son analyse des systèmes agraires tropicaux, dénombre de multiples innovations agricoles associées à la croissance de la population, à sa densité et l'accroissement de l'intégration des marchés dans les différentes zones agro-écologiques. Il explique le changement des techniques observées pour les cultures et la gestion des sols par l'augmentation de la rareté des terres et la dégradation de la fertilité de celles-ci.

Sunding et Zilberman (2001) [77], ont identifié par une approche historique l'évolution des innovations technologiques dans leurs liens avec les systèmes agraires. La pression démographique sur les ressources détermine historiquement l'évolution des systèmes agraires, le processus d'intensification, dont les caractéristiques essentielles sont la rotation des cultures, la pratique de la fertilisation, l'adoption des variétés à haut rendement et des pesticides, entretient des liens étroits avec la densité démographique.

Les travaux de Boserup (1965) [22], portant sur les causes de la faible adoption des innovations agricoles dans les pays en développement définissent la densité de la

population et l'accès aux marchés, entre autres, comme les facteurs déterminants de l'évolution des systèmes de production et, par conséquent, de l'adoption des innovations agricoles. Tant que certaines conditions relatives à ces facteurs n'ont pas changé le système risque de demeurer statique. Cet auteur a passé en revue différents systèmes de production agricole (cueillette, agriculture itinérante, jachère de savane...etc) à travers les siècles et les continents et montre que l'on peut leur associer des densités de population différentes. Il soutient l'hypothèse que c'est la croissance démographique qui est le moteur de l'adoption de nouvelles techniques agricoles. Sans cette pression démographique qui pousse à l'innovation pour nourrir davantage de personnes, les paysans se contentent de techniques éprouvées.

Le schéma économique par lequel la dégradation de l'environnement physique conduit à la mise en place d'un développement durable à travers le choix des innovations agricoles est établi par le biais de la quête de la rentabilité des activités des agriculteurs. Avec l'augmentation de la population ou la pression sur le marché pour une ressource naturelle donnée, la dégradation s'accroît et atteint un niveau maximum sur le plan économique après un certain temps. Comme la valeur (ou rareté) des ressources augmente, la rentabilité pour les investissements techniques, institutionnels ou autres investissements de base s'accroît à son tour. Après un certain temps, les bénéfices des investissements des ressources deviennent supérieurs aux coûts générés par ceux-ci et la maintenance ou la réhabilitation des ressources est alors relancée. Des nouvelles améliorations dans la productivité des ressources augmentent encore leur valeur économique (à travers par exemple des variétés à rendement élevé), et rendent les investissements encore plus intéressants.

La caractéristique majeure du cadre conceptuel est que la dégradation peut être économiquement rationnelle jusqu'à un certain niveau, et dans de nombreux cas, être réversible, grâce à des changements appropriés en termes de technologie, gestion et arrangements institutionnels (Zeller et al., 1998) [42].

La complexité du processus d'adoption des innovations agricoles exige de compléter cette analyse du rôle de l'environnement de l'agriculteur par l'étude d'autres variables pouvant affecter le choix technologique des agriculteurs et de présenter la dynamique agrégée du phénomène dans le temps à travers la théorie de la diffusion. Ce modèle prétend prédire la direction et le taux du changement technique à l'échelle internationale.

En effet, Hayami et Ruttan (1993) [46], ont traité le changement technique comme étant largement endogène au système économique. Le changement technique est considéré comme étant induit par des changements dans l'offre des facteurs et la demande des produits et par des changements institutionnels. La théorie l'induction du changement technique insiste ainsi sur le fait que l'adoption technique est une question de continuité dans un sens spécifique qui est celui de l'efficacité économique à travers le biais approprié des facteurs.

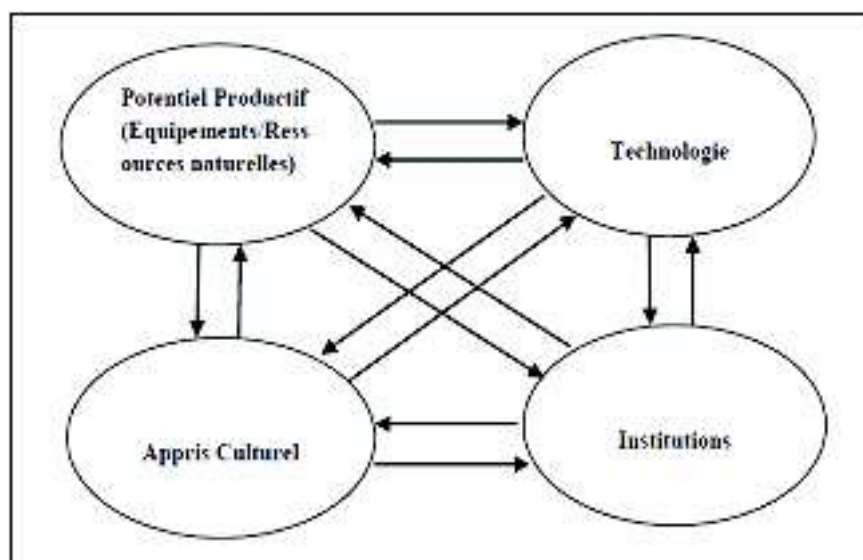


Figure 1.6- Les différents intervenants dans l'induction technologique

Source: Ruttan, 1995 In Fouzai(2007)

Le fondement de base de ces principes de la théorie, c'est que la technologie dont les agriculteurs ont besoin est déterminé par les signaux du marché, reflet de la disponibilité relative des facteurs, ou pour résumer les prix relatifs des facteurs aux choix auxquels ils font face. Ces signaux du marché déterminent la direction de l'adoption et de l'innovation technologiques par un processus de substitution entre facteurs de production potentiels, en entraînant l'utilisation particulière d'un facteur et l'économie d'un autre.

1.8. La théorie de l'innovation

Selon Rogers et Scott (1997) [47], avancent que les travaux sur la diffusion des innovations ont pour origine les recherches sur la sociologie rurale dans les années 40. Selon ces deux auteurs, l'étude clé qui a influencé le développement de ce courant de recherche, est celle réalisée Ryan et Gross (1943) sur la diffusion de la graine hybride de maïs parmi certains fermiers l'Etat de Iowa aux Etats-Unis d'Amérique. Adoptée par quelques agriculteurs de l'Etat de Iowa en 1928, cette nouvelle graine sera adoptée en 1941 par tous les agriculteurs de la région.

En 1943, Ryan et Gross ont essayé de découvrir les raisons du succès de diffusion de cette nouvelle technique, afin d'en tirer des leçons pourront être appliquées à d'autres innovations agricoles. Rogers et Scott (1997) [47], ont noté que dans les années 60, les résultats de l'étude de Ryan et Gross ont eu des implications de grande envergure dans d'autres disciplines autre que l'agriculture, notamment l'éducation, la santé, le commerce, la sociologie et l'économie, formant ainsi une théorie, à savoir, la théorie de diffusion des innovations.

Actuellement, cette théorie est largement utilisée pour étudier l'adoption des innovations en systèmes d'information tels que les systèmes de gestion des coûts. Pour bien assimiler la théorie de diffusion des innovations, nous verrons d'abord, la définition des concepts de base, les caractéristiques et les typologies.

1.8.1. La théorie de la diffusion de l'innovation (Rogers 1995)

Il s'agit de l'une des premières théories qui se soient intéressées à l'adoption et la diffusion des innovations technologiques. Selon Rogers (1995) [91], le processus de décision relatif à une innovation est constitué de cinq phases :

1. la connaissance de l'innovation,
2. la persuasion, c'est-à-dire une attitude favorable soutenue envers cette connaissance (innovation),
3. l'adoption ou le rejet,
4. l'implantation de cette innovation,
5. la confirmation (décision définitive de continuer à utiliser ou rejeter l'innovation).

Ce processus fait intervenir quatre éléments :

- 1- une innovation ou une nouvelle technologie,
- 2- un système social dans lequel se diffuse la technologie,
- 3- les canaux de communication permettant de diffuser cette technologie,
- 4- le temps que prend la diffusion de cette technologie.

Les études sur l'adoption de l'innovation énumèrent les caractéristiques que doit posséder une nouveauté. Backer et Rogers (1998) et Rogers et Scott (1997) [47] ont noté que, ce sont les caractéristiques de l'innovation qui déterminent son rythme d'adoption par le système social.

Selon Rogers (1995) [91], il existerait cinq éléments qui détermineraient l'adoption ou la diffusion d'une nouvelle technologie. Ces caractéristiques sont au nombre de cinq :

- *L'avantage relatif* : c'est le degré par lequel une nouvelle idée est perçue comme meilleure (plus avantageuse) à l'idée remplacée. L'avantage relatif peut être mesuré en termes économiques, ou bien en termes de prestige social, de convenance ou encore de satisfaction. Ainsi, plus l'avantage relatif est important, plus l'adoption de l'innovation sera rapide.
- *La compatibilité* : c'est le degré par lequel une innovation est perçue comme cohérente avec les valeurs existantes, les expériences passées et les besoins des adoptants potentiels. Plus l'innovation est cohérente avec le système social en question, plus rapide sera l'adoption car les individus n'auront pas besoin dans la première étape d'implantation, d'adopter un nouveau système de valeur.
- *La complexité* : c'est le degré par lequel une innovation est perçue comme difficile à comprendre et à utiliser. Une simple innovation sera adoptée plus rapidement qu'une innovation compliquée, car cette dernière exige avant son adoption, d'acquérir un nouveau savoir et de nouvelles compétences.
- *La possibilité de test* : c'est le degré par lequel une innovation peut être expérimentée et validé dans un petit périmètre avant une adoption complète et large. Une innovation dont la validité est prouvée, présente moins d'incertitude et d'anxiété et sera rapidement adoptée.
- *Le caractère « observable »* : c'est le degré par lequel les résultats d'une innovation sont visibles pour ses adoptants potentiels. Plus ces résultats sont facilement observables, plus l'adoption de l'innovation sera rapide.

D'après les théories relatives à l'innovation, une innovation se diffuse dans la société en suivant un processus qui touche différentes catégories de consommateurs, des plus enthousiastes jusqu'aux plus réticents face à la technologie.

Rogers (1995) [91] a modélisé ce processus par une courbe de diffusion (dite courbe en S ou courbe en cloche) en y associant les différents profils de consommateurs correspondant aux différentes phases du processus d'adoption. Le challenge étant d'arriver à passer d'une diffusion confidentielle (innovators et early adopters) à une diffusion de masse (majorité avancée et retardée) qui représente plus de 60 % du marché potentiel.

Rogers(1995) [91] a aussi identifié six catégories d'adoptants, différés dans le temps (Figure 1.7). Il illustre la manière que le groupe fait face à une innovation, ce dernier suit une courbe normale - une courbe de diffusion.

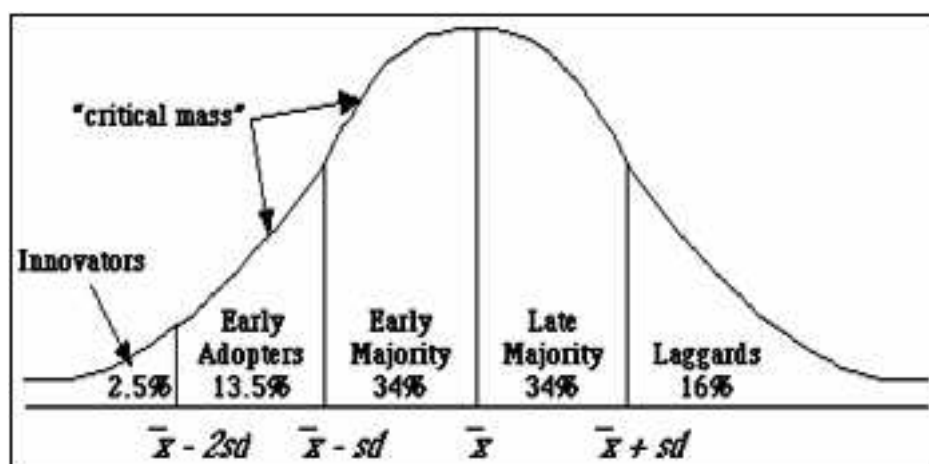


Figure 1.7-Courbe de Diffusion

Source : Rogers, 1995

1. Innovateurs : les visionnaires aventureux (2.5%) : les innovants sont des individus caractérisés par un sens aigu de la nouveauté. Ils jouent un rôle majeur en lançant une initiative d'adoption de la nouvelle innovation. Leur position privilégiée dans des réseaux de communication nationaux et internationaux leur permet d'être informé de toute nouveauté, la distance physique ne représentant pas pour eux un frein à la communication. Les risques, économiques notamment, liés à l'incertitude sur l'avenir d'une innovation ne sont pas déterminants dans leur choix d'adoption et ils ont la capacité d'exploiter rapidement une innovation même complexe. Leur rôle dans le processus de diffusion est fondamental puisqu'ils sont à l'origine de la dispersion des innovations dans l'espace.

2. Adoptants précoces : leaders d'opinion respectés, ils sont vus comme des évangélistes de technologie (13.5%). Ils sont davantage intégrés dans des systèmes locaux que les innovants. Ils sont capables d'adopter rapidement l'innovation une fois qu'elle apparaît localement et ont un statut de leaders d'opinions. Cette catégorie d'agents joue donc un rôle important dans la diffusion car elle permet à l'innovation de se diffuser largement parmi la population.

3. La majorité précoce: en avant de la courbe et ils sont disposés à réaliser des investissements productifs sûrs (34%). La majorité précoce adopte de nouvelles idées avant l'adopteur moyen. Ils agissent fréquemment l'un sur l'autre avec des pairs mais sont rarement des leaders de l'opinion (Rogers, 1995).

4. La majorité tardive: sceptique mais adopte par la suite (34%). La majorité tardive adopte de nouvelles idées après la pression croissante de leur pair (Rogers, 1995) [91].

5. Retardataires : traditionnels, peu de leaders de l'opinion, isolés dans leur groupe, soupçonneux des agents de changement, et résistants aux innovations (16%). Les retardataires sont la plupart des « localités » dans leurs perspectives au sujet des innovations. (Rogers, 1995) [91].

Ainsi, plusieurs facteurs conditionnent la rapidité de l'adoption par les consommateurs et la diffusion de l'innovation dans la société. Ces facteurs peuvent être de deux natures différentes : les facteurs endogènes à l'innovation (qui résultent des caractéristiques intrinsèques du produit ou de la technologie), Les facteurs exogènes à l'innovation (qui résultent de l'environnement dans lequel est introduit le produit ou la technologie).

La courbe en cloche ou courbe d'adoption de Rogers (1995) [91] représente les différents profils de consommateurs, une innovation doit être convaincante pour se diffuser dans la société. Ces profils sont au nombre de cinq et ont des attentes très différentes les uns des autres. Les différences les plus marquantes se trouvent entre les deux premières catégories : innovateurs et adoptants précoces d'un côté ; et majorité précoce et tardive puis les retardataires d'un autre côté.

En effet, on passe de consommateurs sensibles et enthousiastes à l'innovation, à d'autres plus rationnels, voulant des preuves tangibles des performances et attendant qu'un standard technologique soit choisi. D'autre part, le cycle de diffusion de l'innovation n'est pas continu et le passage d'une catégorie à une autre de consommateurs n'est pas automatique. La discontinuité du processus est liée à la différence d'attentes des types de consommateurs qui achètent le nouveau produit pour différentes raisons (Fig.1.8).

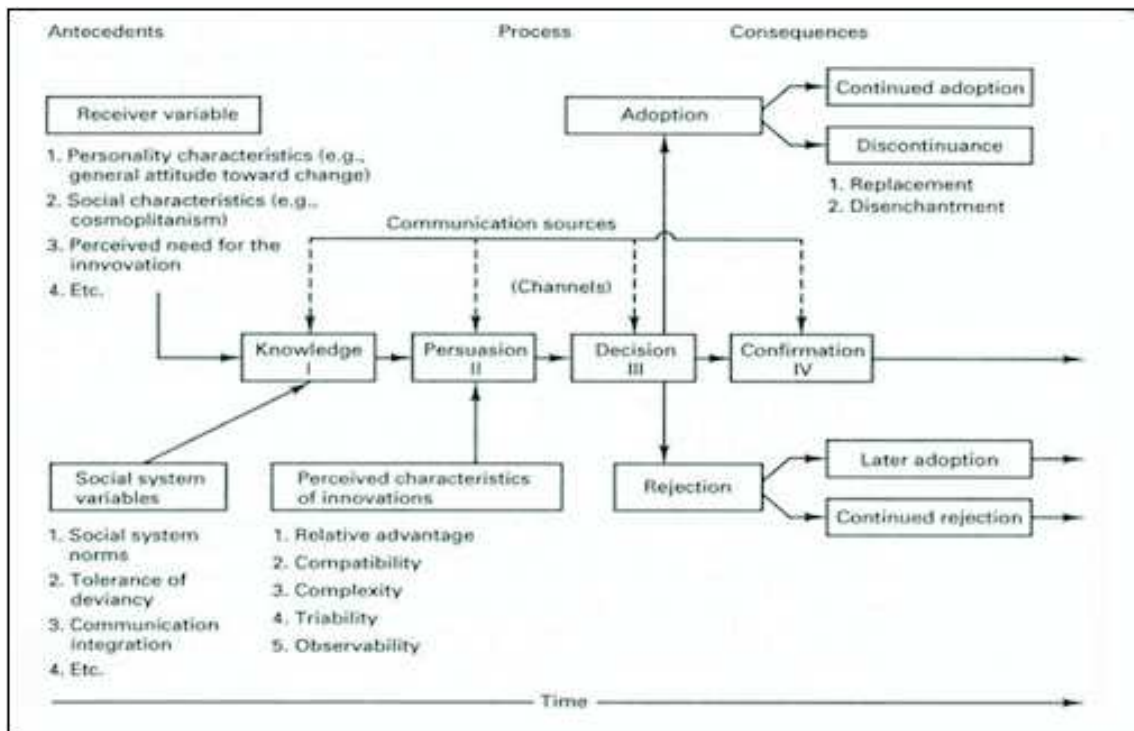


Figure 1.8: Modèle de diffusion de l'innovation.

Source : Rogers ,1995

De tels facteurs sont considérés comme étant très importants dans le processus d'adoption. Les modèles économiques du transfert technologique s'appuient sur l'impact des variables économiques de l'adoption des nouvelles technologies et se fondent sur la

base que les producteurs ne peuvent adopter des nouvelles technologies parce qu'ils n'ont pas les ressources économiques nécessaires ou parce qu'ils ne sont pas profitables.

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 agriculteurs ainsi que leur environnement socio-économique, technique et institutionnel.

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 agriculteurs ainsi que leur environnement socio-économique, technique et institutionnel.

Selon Chantran (1972) [17], une innovation n'intéresse que si elle répond à un besoin ressenti ou que l'on découvre occasionnellement. Van Den Ban et al. (1994) [27], ont noté que la décision d'accepter une innovation et de modifier les comportements avec toutes les implications est désignée par le terme « adoption ». Tout le monde n'accepte pas une innovation avec la même rapidité. Certaines personnes acceptent de nouvelles idées bien des années avant d'autres. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'elles aient un contact permanent avec les agents de vulgarisation, qu'elles soient jeunes ou qu'elles aient un bon niveau d'instruction. Pendant longtemps, il a été établi que les personnes adoptaient lentement les innovations parce qu'elles avaient une attitude traditionnelle et conservatrice de la vie. C'est donc « un processus mental par lequel l'individu passe de la connaissance initiale de l'innovation à la décision de l'accepter, de la pratiquer, ou de la rejeter, cette décision étant ultérieurement confirmée.

L'agriculteur, qui décide d'adopter une nouvelle technique, choisit une innovation en fonction de caractéristiques techniques et de l'état de l'environnement selon ses critères de choix. En fait, une innovation ne sera adoptée que lorsque les individus concernés seront convaincus, compte tenu des informations dont ils disposent, de l'intérêt ou des gains qu'ils peuvent en tirer car d'après la théorie économique traditionnelle (Jevons 1875[99], Menger 1892[16], Walras 1874) [81], la rationalité de l'individu se détermine en fonction de son seul intérêt à travers la main invisible (Smith, 1776) [9]. Disposant d'une information parfaite et évoluant dans un avenir connu avec certitude, il est « optimisateur » et maximise son profit.

Cette analyse a été étendue par Von Neuman et Morgenstern (1944) [36] aux situations où l'agent ne connaît de l'avenir que la distribution de probabilités des événements possibles.

Dans une situation dite « d'avenir risqué », le décideur a connaissance de toutes les décisions envisageables. Il est capable d'évaluer leurs conséquences, il les compare selon le critère de l'utilité espérée et retient celle qui la maximise. Chambers et al.(1994)[54] ont montré que les agriculteurs ne pensent pas en termes d'adoption ou de rejet comme le font les chercheurs. L'individu cherche à prendre connaissance de cette nouveauté, de ses fonctionnalités, de ses avantages et inconvénients, puis se fait sa propre opinion de l'idée nouvelle et détermine l'attitude à observer : soit l'adoption, soit le rejet.

Rogers (1995) [91], a identifié deux types de cessation (ou encore « discontinuance ») à savoir la cessation de désillusion : une décision pour rejeter une idée en raison du mécontentement en ce qui concerne son exécution et la cessation de remplacement : une décision pour rejeter une idée afin d'adopter la meilleure. Le profit de la nouveauté, le risque

à lui associer sont considérés parmi les facteurs majeurs qui influencent la décision des producteurs.

Debresson (1993) [14] a affirmé que plus un objet nous donne du plaisir et nous satisfait, plus nous sommes prêts à investir du temps et de l'argent pour l'acquérir. Ce serait d'ailleurs cette recherche de satisfaction qui initierait le changement technique. Dans ce cadre, l'adoption d'une innovation est un investissement à réaliser s'il crée de la richesse.

Les agriculteurs, comme tout être humain, cherchent à maintenir ou à améliorer leur situation. Mais en fonction de leur perception de la réalité, en fonction de la perception de leur situation et de leurs objectifs, ils vont agir ou ne pas agir, ils vont prendre des décisions la faisant évoluer dans un sens conforme à leur évaluation. L'adoption, de la part de ces individus, n'est pas le résultat d'un processus social à proprement parler, mais une conséquence de leurs caractéristiques propres, intrinsèques : goût pour la nouveauté, du fait qu'ils aient été pris comme cible d'une stratégie de marketing particulière ou de l'aversion au risque (Steyer et Zimmermann, 2004) [96] .

La théorie de Rogers n'intègre pas les objectifs ou aspirations des individus de même que les facteurs liés aux sources d'informations dans le processus de prise de décision. Or, selon Van Den Ban (1994) [27], les paysans attachent beaucoup d'importance à leurs sources d'informations. De plus, Rogers ne prend pas en compte les facteurs comme le coût initial de l'innovation, les facteurs liés au risque et les facteurs institutionnels (l'accès au crédit, la disponibilité des opportunités comme le marché) pourtant très important dans le processus d'adoption. En effet, l'influence du coût initial et le risque relatif lié à l'innovation sur son adoption ont été démontrés par Lindner *et al.* (1982); Lindner (1987); Tsur *et al.* (1990); Leathners and Smale (1990); Feder and Umali (1993); Bart *et al.* (1999) et Ghadim *et al.* (1999), cités par (Lawin G, 2006) [68]. Selon ces auteurs, le coût initial de l'innovation est un facteur important qui détermine la décision d'adoption des paysans surtout dans le cas des ménages pauvres. Ceci signifie que lorsque les paysans ont un accès limité au capital, même les innovations les plus profitables ne seront pas adoptées si elles nécessitent un investissement initial élevé.

L'influence des facteurs institutionnels a été démontrée par Houndékon et Gogan (1996) ; Cimmyt (1993) et Feder *et al.* (1995), cités par (Lawin G, 2006) [68]. En résumé, selon Rogers les facteurs qui influence le taux d'adoption d'une innovation sont : les caractéristiques de l'innovation, l'unité de prise de décision, le canal de communication, la nature du système social et la compétence du vulgarisateur. L'intérêt majeur de la théorie de Rogers est qu'elle permet de décrire tout le réseau social de circulation d'une innovation au sein d'une société.

1.8.1.1 L'adoption et la diffusion des innovations agricoles : agents et étapes

L'adoption et la diffusion définissent le processus qui fonde l'utilisation des innovations. Les études du comportement d'adoption identifient les facteurs qui justifient ou non l'usage d'une innovation par un agent économique particulier. Le terme adoption est couramment utilisé dans la description d'un comportement individuel vis-à-vis d'une innovation alors que la diffusion définit une tendance plutôt agrégée d'adoption.

Les études de diffusion mesurent la pénétration d'une innovation dans son marché potentiel à travers, d'une part, la définition d'une courbe logistique de diffusion dans le temps ainsi que la mesure de la vitesse de cette pénétration d'autre part (Gardner et Rausser, 2001) [43] .

Le processus temporel de diffusion est représenté par une fonction logistique en « S » selon plusieurs études empiriques des sociologues ruraux établissant ainsi l'existence d'une multitude d'étapes et agents spécifiques établie initialement par les travaux de Grilliches (1957)[70] et Rogers (1962)[84], à partir des analyses.

La courbe logistique sur l'introduction de maïs hybride dans l'Iowa, a été confirmée par d'autres études empiriques.

Le processus de diffusion y est caractérisé par une période initiale pendant laquelle le taux relatif d'adoption de l'innovation est bas, le « *early adoption* », suivie de la courte période de pénétration et d'une large extension de l'innovation dans son marché potentiel, le « *take off* », succédée à son tour par la « *saturation* » où la diffusion est faible et son taux marginal décroissant après le pic des adoptions alors qu'il a gardé une tendance croissante pendant les deux premières périodes.

Les études statistiques de diffusion qui fondent cette fonction logistique sont estimées à partir des équations de la forme :

$$Y_t = K (1 + e^{-(a + bt)})^{-1} \dots\dots\dots (1.8.1)$$

Où Y_t représente la diffusion de l'innovation au temps t (exemple : % des exploitations agricoles ayant adopté l'innovation en ce temps), K est la limite supérieure de la diffusion à long terme, a reflète la diffusion au début de la période d'estimation, b étant la mesure de la vitesse de la diffusion.

Les différentes périodes du processus, auxquelles correspondent des types particuliers d'agents, peuvent être visualisées à travers la figure 1.9.

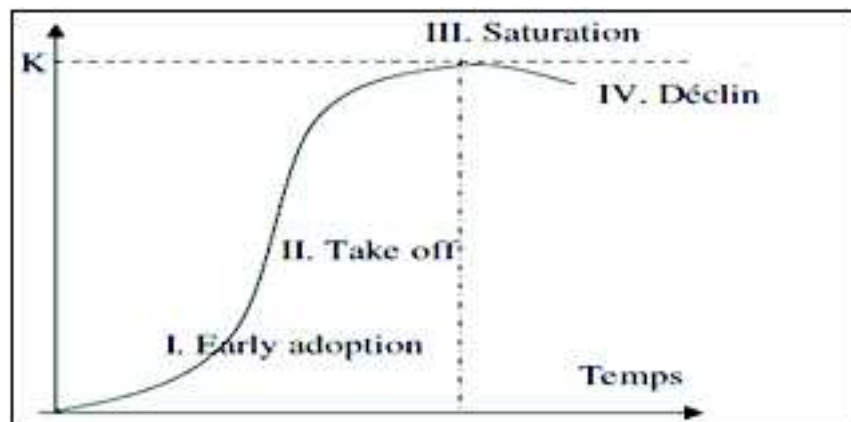


Figure 1.9 - Courbe logistique de diffusion de l'innovation

Source: Colman & Young, 1995

L'analyse du processus de diffusion en termes d'agents permet de distinguer, dans toute population, les pionniers innovateurs (i) des adopteurs précoces (ii), des majorités précoce (iii) et tardive (iv) ainsi que des retardataires (v) en fonction de leurs moments respectifs d'adoption pouvant correspondre à l'une ou l'autre étape du processus décrit par la courbe logistique (Colman et Young, 1995)[61].

L'adoption d'une innovation est un choix microéconomique dont les multiples variables explicatives ont été identifiées par une série d'études théoriques et empiriques liées au choix des agriculteurs en tant qu'agents économiques.

1.9 Les facteurs d'adoption de l'innovation

Pour dégager les facteurs d'adoption d'une innovation (notion qu'il conviendra de définir), il faut suivre la démarche individuelle qui commande le comportement d'adoption.

1.9.1 Les déterminants de l'adoption des innovations agricoles

La littérature sur l'adoption de technologie agricole est vaste et quelque peu difficile à récapituler de manière compacte. Traditionnellement, l'analyse économique de l'adoption de technologie agricole s'est concentrée sur l'information imparfaite, le risque, l'incertitude, les contraintes institutionnelles, le capital humain, la disponibilité d'input, et l'infrastructure en tant qu'explications potentielles pour des décisions d'adoption (Feder et autres 1985 ; Stimuler et Rosenzweig 1996 ; et Kohli et Singh 1997), cités par (Uaiene et al., 2009)[35].

La majorité des études portant sur l'adoption de nouvelles pratiques en agriculture ont tenté de répondre à la question : Quelles variables vont inciter un producteur à adopter ou rejeter une innovation (Ghadim et Pannell, 1999) [38]. Rogers (1995) [91] a étudié le phénomène d'adoption de nouvelles pratiques en cherchant des caractéristiques communes des individus innovateurs. Ses travaux sont à la conclusion que la propension à adopter est généralement positivement corrélée à certains traits de personnalité comme la capacité d'abstraction, l'intelligence, la rationalité, l'ambition et une attitude plus favorable envers le changement. Dans le même ouvrage, ce sociologue reconnaît que certaines variables socio-économiques (le nombre d'années d'éducation formelle, le statut social et la taille de l'exploitation) ont aussi un impact significatif sur la probabilité qu'un individu soit innovateur. 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 agriculteurs ainsi que leur environnement socio-économique, technique et institutionnel.

Dans une analyse plus générale des déterminants de l'adoption des innovations agricoles, un intérêt particulier est accordé aux caractéristiques techniques de l'innovation, sa complexité pourra réduire son attractivité alors que sa divisibilité justifiera son adoption à petite échelle. Le potentiel économique de la nouvelle technologie, évalué en termes de son impact sur le rendement, les coûts et profits, joue un rôle important à côté de l'exposition de l'agriculteur aux risques et incertitudes qu'elle induit.

L'attitude de l'agriculteur vis-à-vis du risque, mesuré par son degré d'aversion à celui-ci, aura un impact sur sa décision d'adoption. Le facteur humain, appréhendé à travers l'âge, le sexe, l'expérience, le niveau d'éducation de l'exploitant, ... déterminera sa capacité et son intérêt vis-à-vis des nouvelles technologies alors que le potentiel de l'agriculteur sera confronté aux contraintes en termes d'accès au crédit et à l'information, des moyens de communication et de commercialisation ainsi que la conduite des marchés des inputs et des outputs. En vue de faire la part de chaque déterminant, on a pu déceler que la littérature de l'adoption en agriculture se subdivise en trois type de groupe de variables.

La majorité de ce groupe de recherches empiriques ont été concernées sur les facteurs socio-économiques, démographiques et structuraux qui déterminent le choix de l'agriculteur pour adopter ou pas les technologies d'irrigation et avec des modèles de la diffusion de l'innovation par la population des adopteurs potentiels avec le temps (par exemple, Fishelson et Rymon, 1989 ; Dinar et Zilberman, 1991 ; Dinar, Campbell et Zilberman, 1992 ; Dinar et Yaron, 1992). cités par (Koundouri, P. 2006) [57].

Adoption = f (Déterminants socio-économiques, Déterminants matériels, Déterminants structurels et institutionnels).

1.9.2 Déterminants socio-économiques

Les travaux de recherche récents reconnaissent qu'à la fois les variables économiques et des variables sociologiques ont besoin d'être incorporées toutes deux. Selon (Jones, 1967) [69], stipulait, en se basant sur des travaux antérieurs sur le processus de diffusion de l'innovation que les phénomènes sociologiques et économiques sont interliés. Cependant, pour (Griliches, 1957) [70], les déterminants majeurs du changement technologique sont des variables économiques et ces variables ne changent pas de façon significative d'une région à l'autre.

Selon (Day 1961), cité par (Fouzai, 2007) [3], l'éducation détermine un niveau planché à l'adoption des innovations et les facteurs économiques exercent une influence sur cette limite parce que l'éducation permet d'améliorer l'information et de ce fait réduit le risque. Ceci est comparable aux conclusions de l'école américaine de sociologie rurale.

Selon Rogers (1995) [91], les innovateurs ont souvent davantage d'années d'éducation formelle que les adopteurs tardifs. Cette relation suggère que l'éducation améliore la capacité des individus d'optimiser l'allocation des ressources. Les chefs de ménage plus instruits seraient donc susceptibles de tirer profit d'une innovation.

Feder et Slade (1984) [48], ont affirmé que ce lien est lié au fait que les individus qui ont un niveau d'éducation plus élevé sont susceptibles d'interpréter correctement l'information relative à l'innovation. Ils voient plutôt à l'éducation un indice d'exposition à des sources d'informations variées. Les connaissances (le capital humain) des irrigants : jouent un rôle important pour expliquer leur comportement économique et leurs décisions d'investissements (Feder et al., 1985) [64].

Différentes sortes de connaissances sont organisées dans les exploitations agricoles : des connaissances d'ingénierie hydraulique pour l'installation des systèmes d'irrigation, des connaissances à propos des propriétés des matériels d'irrigation utilisés pour produire, comment utiliser ces matériels...etc. Ces connaissances techniques dépendent du niveau initial de formation des agriculteurs et sont constamment améliorées par des contacts avec les offreurs de matériel, le contact avec d'autres irrigants dans les réseaux associatifs. L'attente d'une meilleure information sur les technologies et sur les compétences à mobiliser pour les utiliser de façon efficace peut ainsi influencer les choix technologiques individuels dans la mesure où l'adoption d'un nouveau système d'irrigation s'avère être un investissement qui engage sur au moins une dizaine d'années.

Le contexte social, notamment le transfert d'information, influence le taux d'adoption des technologies d'irrigation économes en eau (Dinar et Yaron, 1992) [60]. Lorsque le nombre d'irrigants ayant déjà adopté est faible, la décision d'adoption constitue une action innovante. Dans ce cas, l'accès à l'information est généralement formel. Lorsque le nombre d'irrigants est déjà élevé, le transfert d'information est surtout dû au bouche à oreille répandu par les irrigants ayant déjà adopté (les innovateurs). En particulier, l'influence de certains irrigants peut s'avérer déterminante et inciter d'autres irrigants à se comporter comme eux.

De plus, il semble que plus l'accès à l'information est formel, plus les irrigants adoptent vite (Yaron et al., 1992) [58]. A contrario, plus l'accès à l'information est empirique (bouche à oreille, espionnage), plus la diffusion est lente. Enfin, le processus d'imitation inhérent à la diffusion de chaque innovation peut être plus ou moins marqué selon les caractéristiques de la nouvelle technologie.

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 et Zilberman, 1985) [62] ainsi que le taux d'adoption agrégée des nouvelles technologies d'irrigation plus économes en eau (Dinar et Yaron, 1992) [60]. La littérature empirique sur l'adoption de technologie d'irrigation a identifié le prix de l'eau comme incitation importante pour l'adoption des systèmes d'irrigation économes en eau (Caswell et Zilberman (1985) [62]. La Figure 1.10 illustre l'évolution du prix du m³ d'eau d'irrigation dans les grands périmètres irrigués en Algérie depuis le milieu des années 1980.

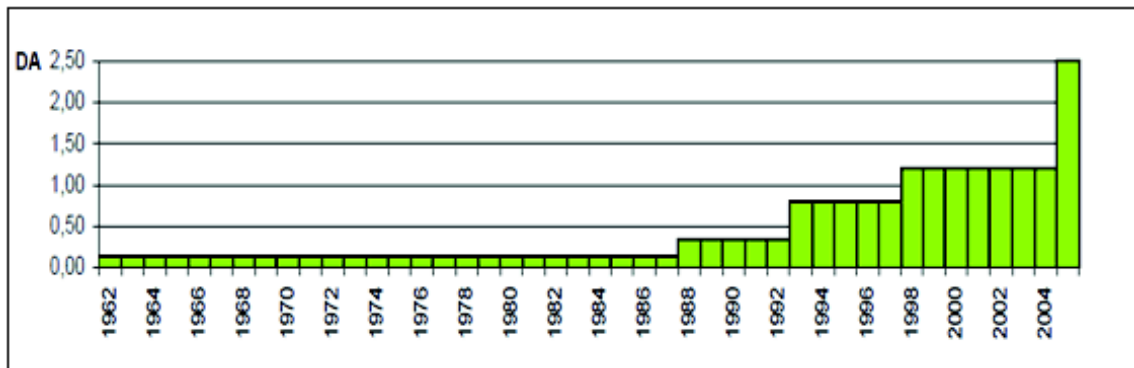


Figure 1.10 - Évolution du prix du m³ d'eau d'irrigation dans les périmètres irrigués

Source: Guemraoui & Chabaca, 2005

Depuis 1988, les tarifs de l'eau agricole ont stagné, alors que les prix des intrants subissaient une hausse constante. Ces tarifs ont été nettement insuffisants pour bien gérer les périmètres concédés. Actuellement, on estime que seulement 50 % des charges d'exploitation sont couverts. Ces résultats sont d'autant plus illogiques que le prix de l'eau ne représente que 1 à 10% des frais culturaux de l'agriculteur alors que l'eau est le facteur fondamental de la production et de l'augmentation des rendements, ce qui conduit à une utilisation irrationnelle et au gaspillage. (Guemraoui & Chabaca, 2005) [29].

Ces tarifs ont été calculés sur la base des charges d'exploitation de l'exercice 1993. Depuis, les coûts d'exploitation ont beaucoup augmenté, notamment l'énergie électrique et les salaires. En application du 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, la fourniture de l'eau est fixée comme suit :

- Tarif volumétrique = 2.50 Da/m³
- Tarif fixe = 400 Da/l /s/ha

Il est à noter que le prix de l'eau d'irrigation se trouve parmi les plus bas comparativement avec les pays présentant des ressources en eau limitées. Il est de 2.50 Dh /m³ au Maroc (EL Hasnaoui et al. 2003), cité par (Malkia, 2007) [90]. Cependant, la faible évolution du prix de l'eau d'irrigation dans les périmètres irrigués algériens nous conduit à supposer que ce facteur ne présente qu'un impact limité sur le taux d'adoption technologique de plus, une forte augmentation du prix de l'eau paraît contraire à l'objectif d'économiser l'eau tout en assurant la pérennité des exploitations.

En effet, des études ont montré que la demande en eau individuelle est inélastique jusqu'à un certain seuil de tarification alors que le revenu des agriculteurs décroît de façon

quasi-linéaire à mesure que le prix de l'eau augmente » (Dumanois, 2003 ; Fusillier, 2006) Cité par (Richefort, 2008) [79].

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) [60].

1.9.3. Déterminants matériels de l'adoption technologique

Le processus générant le progrès technique a été traditionnellement traité comme exogène au système économique, c'est-à-dire comme le produit de produits autonomes dans le domaine de la connaissance scientifique et technique. Mais, durant les dernières décennies les progrès de la théorie économique comme l'accumulation des résultats empiriques ont eu tendance à montrer que le taux et la direction du changement technique sont largement endogènes au système économique, provoqués par des différences ou des modifications de l'offre des facteurs de production ou de demande des produits.

Plusieurs expériences menées, en particulier dans les pays en voie de développement, ont mis en évidence un degré important d'aversion au risque (Binswanger, 1980, 1982; Hazell, 1982) Cité par (Belhaj Hassine N & Thomas A, 2001) [53]. En particulier, les travaux empiriques de Binswanger (1982) Cité par (Belhaj Hassine N & Thomas A, 2001)[53], ont montré à l'évidence que l'aversion au risque des producteurs décroît au contraire avec leur niveau de richesse. Le risque a été longtemps considéré comme le principal facteur qui réduit le taux d'adoption d'une nouvelle technologie (Rosenberg, 1976 ; Lindner *et al.*, 1987), cité par (Alary, 2006) [97].

L'aversion au risque des irrigants peut aussi conditionner leurs décisions économiques et leurs choix technologiques (Just, 1973 ; Jensen, 1982 ; Just et Zilberman, 1983 ; Yaron *et al.*, 1992 ; Koundouri *et al.*, 2006)[58, 57]. En théorie, on suppose qu'un irrigant rationnel cherche à maximiser sa fonction d'utilité en allouant les ressources dont il dispose, notamment l'eau, de façon optimale. Généralement, la richesse des irrigants est le facteur principal qui détermine leur degré d'aversion au risque, les mieux dotés en capital étant les plus aptes à prendre des risques (Boussard, 1987) [78].

Le premier axe des facteurs explicatifs de l'adoption des technologies d'irrigation économes en eau par les agriculteurs concerne les caractéristiques des irrigants et de leurs exploitations. La taille des exploitations est un des premiers critères mis en évidence par la littérature pour expliquer les décisions individuelles d'adoption technologique (Feder *et al.*, 1985)[64]. Ce paramètre peut cependant avoir différents effets sur le taux d'adoption. Ces effets dépendent notamment des caractéristiques des technologies et du contexte institutionnel. Plus précisément, le lien entre la taille des firmes et le taux d'adoption dépend des coûts fixes d'adoption, des préférences face au risque, des connaissances, des contraintes budgétaires, des besoins en temps de travail.

Les théories de l'innovation induite ont été principalement développées dans le cadre de l'économie de l'entreprise. Il y a deux traditions dans cette tentative d'incorporer à la théorie économique le comportement de l'innovation de l'entreprise cherchant à maximiser son profit. L'une est la tradition Hicksienne, qui s'intéresse surtout au progrès économisant les facteurs de production. Ceux-ci répondent aux changements des prix relatifs des facteurs, eux-mêmes dus aux changements dans leurs raretés relatives (Hicks, 1932) [73]. L'autre est la tradition de Schmookler-Griliches. Elle s'attache à l'influence de la demande sur le rythme du changement technique (Griliches 1957, Schmookler, 1962, 1966, Mowery and

Rosenberg, 1979 , Scherer,1982), cité par (Tapinos , D, Blanchet D, Horlacher D . E, 1991), cités par Tapinos et al., (1991)[33].

Dans le processus dynamique du développement économique, les modifications de la demande et celles des prix relatifs des facteurs sont indissociablement liées. Par exemple, quand la demande de nourriture croît à cause de l'augmentation de la population, du revenu par tête ou des deux à la fois, la demande d'intrants pour la production alimentaire croît plus ou moins proportionnellement. Quand les augmentations de la demande des facteurs sont confrontées à des élasticités différentes pour l'offre de ces facteurs, il en résulte un changement des prix relatifs de ces derniers.

Les différences dans les taux de variation des prix des facteurs entraînent, à leur tour, des changements du revenu et de sa distribution parmi les détenteurs de ces facteurs de production, et ceci va modifier la demande globale du produit.

Un modèle complet d'innovation induite en équilibre général, qui serait capable d'expliquer le processus dynamique du développement économique, devrait incorporer les mécanismes par lesquels les changements de demande du produit et des dotations de facteurs interagissent pour influencer le taux et la direction du changement technologique. Bien sûr, nous ne considérons pas pour autant que le changement technique ne dépend que des forces économiques. En plus des changements dans les dotations en ressources ou de la croissance de la demande, le changement technique peut apparaître à la suite de progrès autonomes de la connaissance scientifique.

Marvin (1980), cité par (Fouzai, 2007) [3], quand à lui néglige le risque et la maximisation de l'utilité et il a introduit des contraintes matérielles et technologiques à côté des signaux du marché. Ils accordent ainsi une grande importance aux traits matériels spécifiques à la production agricole notamment le climat, l'allocation et l'accès aux facteurs de production ainsi qu'à leurs attributs dans l'analyse des questions agraires : les coûts de transaction des facteurs de production et de l'information reviennent par exemple plus chers pour la petite exploitation que pour la grande, la main d'œuvre plus chères pour grande que pour la petite, etc. L'effet des coûts de transaction et du risque sur l'adoption des technologies selon la version de Binswanger réside au niveau des caractéristiques du milieu, ce qu'il appelle les déterminants matériels.

Le contexte pédoclimatique des exploitations, qui influence le besoin en eau d'irrigation et les rendements potentiels des cultures, est un facteur essentiel pour expliquer les décisions individuelles d'adoption d'une nouvelle technologie d'irrigation. En effet, la profitabilité relative de chaque matériel dépend des économies potentiellement réalisables sur la facture d'eau. C'est pourquoi la diffusion de nouvelles technologies d'irrigation devrait être plus rapide dans les zones sèches des périmètres irrigues. Quelques études ont montré que la profitabilité relative des technologies d'irrigation dépend de la qualité du sol ³ (Caswell et Zilberman, 1986 ; Caswell et al., 1990 ; Khanna et Zilberman, 1997) [63].

D'autres études ont montré que le choix de matériel d'irrigation est directement corrélé au choix d'assolement des agriculteurs (Schoengold et al., 2005). En théorie, il existerait un seuil de qualité du sol au-delà duquel la profitabilité relative des nouvelles technologies d'irrigation devient inférieure à celle des anciens matériels (Caswell et Zilberman, 1986) [63].

L'adaptabilité des technologies d'irrigation économes en eau au contexte local, notamment aux besoins des irrigants, ainsi que leur complexité, peut modifier les décisions

³ Deux effets sont envisageables. Un premier lié à la réserve utile qui déterminerait le besoin en eau et un second lié à la fertilité qui déterminerait le potentiel de rendement.

technologiques individuelles (Feder et al., 1985) [64]. En effet, certains types de matériel d'irrigation semblent mieux adaptés que d'autres à certains types de cultures, à certains types de sols, ainsi qu'au savoir-faire des agriculteurs.

Des résultats intéressants de beaucoup d'études économétriques de l'adoption de la technologie d'irrigation. Cependant, le rôle des conditions environnementales est l'important, même dominant. Le rôle de la qualité du sol, par exemple, a été exploré intensivement dans la littérature. Le modèle de choix de technologie de Caswell et de Zilberman (1986) [63] a illustré l'interaction entre les variables économiques et biophysiques qui déterminent le taux d'utilisation de l'eau le choix de la technologie d'irrigation. Le rôle de la qualité du sol, par exemple, a été exploré intensivement dans la littérature.

Caswell et Zilberman (1985) [62], ont constaté que les diverses dimensions de la qualité du sol comprenant la perméabilité du sol et la pente sont des facteurs importants influençant l'adoption de la technologie d'irrigation de précision et Caswell et Zilberman (1986) [63], ont expliqué ce résultat dans le contexte d'un modèle conceptuel de choix de technologie.

Dans une étude sur le terrain d'adoption de technologie d'irrigation dans la production hawaïenne de canne à sucre, Shrestha et Gopalakrishnan [32], ont constaté que les caractéristiques de sol sont des facteurs importants dans l'adoption de technologie. (Green et al., 1996)[39], ont démontré aussi que le sol conditionne l'influence le choix de la technologie d'irrigation.

Autre conclusion confirmées dans la littérature de technologie d'irrigation est que le type de culture développé est important la détermination de choix de la technologie. Conceptuellement, il n'est pas étonnant que l'attribution de terre devrait avoir un impact sur le choix de la technologie d'irrigation. Les besoins en eau varient par la culture, et la valeur marginale de la conservation de l'eau varie ainsi par culture. De plus, les systèmes d'irrigation alternatifs exécutent habituellement différemment sur différentes cultures pour des raisons agronomiques. Par exemple, l'irrigation par aspersion est utile sur le citron parce qu'elle assure l'antigel ; l'irrigation localisée n'a pas cet avantage. Les divers papiers dans la littérature ont traité le rôle du choix de la culture pendant qu'il influence le choix de la technologie d'irrigation.

Par exemple, (Green et al., 1996) [39], ont introduit quatre types de cultures en tant que variables explicatives exogènes dans leur évaluation de niveau d'adoption de la technologie. D'autres études estiment des équations des choix de technologie conditionnels sur le type de culture produite (Shrestha et Gopalakrishnan, Green et Sunding) [49, 32]. (Moreno G, & Sunding D, 2003) [49]. constatons que les conditions naturelles sont des causes déterminantes importantes de choix de la culture et de choix de la technologie.

Adoption = f(signaux du marché, substitution des facteurs, Prix relatifs des facteurs, Coût de l'information, Cadre institutionnel, climat, aversion au risque, Dimension de l'exploitation.)

1.9.4. Déterminants structurels et institutionnel

La nouvelle direction de la théorie induite d'innovation souligne le rôle des institutions et de leur relation avec le changement technologique. Les études empiriques précédentes de changement technologique ignorent en grande partie l'importance de l'environnement socio-économique et institutionnel.

De Janvry et al., sont les premiers qui ont développé un modèle empirique de l'innovation induite qui inclut des coûts de transaction. Leur étude suppose que chaque

producteur exige une technologie différente basée sur la taille de l'exploitation. Les résultats basés sur 27 pays développés indiquent que les variables structurelles, institutionnelles, et politiques (taille de l'exploitation, distribution des exploitations, et budget de recherches) affectent en effet la direction de changement technologique. » Cité par (Napasintuwong & Emerson, 2005) [31].

La mise en évidence de l'effet des facteurs structurels, des spécificités individuelles et des interventions publiques sur l'adoption a fait l'objet de plusieurs travaux analytiques qu'empiriques, en se basant, toutefois sur les variables économiques telles que le prix, l'efficacité et les coûts de transaction.

De Janvry, Fafchamps, sadoulet (1991), cité par (Fouzai, 2007)[3], ont repris analytiquement et empiriquement le rôle des prix et du budget d'intervention des pouvoirs publics sur l'induction de l'innovation, tout en prenant en considération la convergence de la rationalité des choix individuels et l'effet des facteurs de structure tels que :

1. La structure foncière
2. Les coûts de transaction
3. L'effet d'autres paramètres de biaisage de choix tels que l'intervention de l'Etat

En effet, les trois auteurs proposent l'incorporation d'un ensemble de déterminants structurels et institutionnels dans l'explication du biais de l'induction de la technologie agricole, tout en maintenant les implications des premières considérations du modèle d'induction du changement technique de Hayami et Ruttan, (rôle des prix et des potentialités naturelles) et de l'argument des déterminants matériels de Binswanger.(Fouzai,2007)[3].

Le foncier doit son importance à l'ampleur d'un investissement en matière d'équipement d'irrigation localisée. En effet un exploitant n'ayant pas un titre de propriété sera un individu averse au risque vis-à-vis l'investissement en économie d'eau. Deux raisons font l'importance de cette variable, la première raison émane de la technologie elle-même ; une infrastructure à mettre en place et une deuxième raison qui découle de la nature de la quasi-totalité des exploitations dans la zone d'études.

Il s'agit notamment des EAC divisées, complexe et peu connu, en particulier concernant les pratiques d'irrigation et les modes d'accès et de partage des ressources en eau et du foncier ainsi que les exploitations familiales où le problème d'héritage se pose souvent. En effet, les agriculteurs non propriétaires seront moins enclins à investir dans des terres qui ne leurs appartiennent pas.

Miller & Tolley 1989), cité par (Fouzai, 2007) [3], ont mesuré l'accroissement d'adoption des nouvelles technologies suite à des interventions publiques telles que le soutien des prix ou la subvention des intrants en terme de profitabilité privé. Selon ces deux économistes : « un système de prix qui accroît la profitabilité d'une nouvelle technologie facilite la voie de son adoption. C'est ainsi que selon eux, lorsque le prix à la production est bas ou que les prix des intrants, tels que l'eau d'irrigation sont élevés la profitabilité d'une nouvelle technologie par rapport à une ancienne technologie devrait être élevée donc stimule la diffusion ». cependant, il est nécessaire de déterminer le niveau optimal de telles intervention pour éviter les distorsions d'allocation des ressources afin de réaliser un maximum de gain net social .

De Janvry et al (1995), cité par (Fouzai, 2007) [3], ont évoqué la différence de localisation géographique des producteurs et la distribution des avantages de la technologie que l'Etat veut promouvoir, ce concept génère un ensemble de coûts de transactions qui impliquent que chaque agriculteur est confronté à un ensemble de prix effectifs spécifiques à ces agriculteurs.

Le contexte institutionnel, notamment la confiance des irrigants envers leurs institutions, peut modifier les choix technologiques individuels (Loehman et Dinar, 1994 ; Marshall, 2004), cité par (Richefort, 2008) [79]. Il semble logique de considérer que la diffusion de nouvelles technologies d'irrigation, censée permettre d'améliorer l'efficacité de l'eau, n'est pas seulement bénéfique pour les agriculteurs mais pour tous les acteurs de l'eau, voire pour la société dans son intégralité.

La disposition des irrigants à s'équiper en technologies d'irrigation économes en eau s'apparente donc à leur volonté de coopérer avec les institutions qui les entourent. Le degré de coopération des agriculteurs peut dépendre notamment des taux de subvention de chaque matériel et de la confiance des irrigants envers les structures qui les suivent et les conseillent.

Adoption = f(Structure foncière et agraire, Coût de transaction, Intervention de l'Etat, Localisation géographique).

Conclusion

Ce chapitre, dont l'objectif est d'exposer les fondements théoriques de la diffusion et de l'adoption des innovations, a permis principalement d'analyser les mécanismes de propagation des innovations et les conditions théoriques de leur adoption, il nous a permis d'explorer les idées qui se rapportent aux variables déterminant l'adoption et l'innovation technologique. Il a été question de mieux comprendre les comportements et les stratégies des irrigants face à une nouveauté, et l'analyse a montré que plusieurs facteurs influencent le choix des producteurs.

L'étude empirique des déterminants des choix des technologies d'irrigation est nécessaire pour l'évaluation des politiques qui visent l'utilisation efficace de l'eau d'irrigation et la prévision des effets des variations des variables économiques et des caractéristiques de la parcelle et de l'exploitant sur la décision d'adoption technologique. Ce texte a pour objectif de mettre le point sur les différents déterminants de l'adoption des nouvelles technologies en agriculture ainsi que nous confrontons les résultats de notre enquête auprès des irrigants du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest à une revue de littérature empirique, tout en se basant sur les travaux empiriques réalisés. Ces travaux ont pris en compte aussi bien des variables économiques, identifiées par la pensée économique que d'autres variables.

Les variables économiques avancées dans ces travaux se rapportent essentiellement au prix, la rentabilité de la technologie, l'objectif de production et d'écoulement. Les variables de structure et de l'environnement de production à concerner essentiellement les données de structure tels que l'allocation des terres, les coûts de transaction et l'accès aux facteurs. Les contraintes matérielles et technologiques c'est-à-dire les potentialités naturelles, le climat et le sol ainsi que la disponibilité des facteurs et le risque. On trouve aussi les déterminants sociaux tels que l'éducation et l'expérience.

L'évaluation de l'investissement en irrigation localisée, comme tout processus décisionnel, fait référence à des indicateurs technico-économiques. Ces indicateurs permettront par la suite de rationaliser le choix d'adoption et son intensité. Cette littérature nous a fourni les études systématiques des causes déterminantes du changement

technique, et également étudie le rapport entre les prix des facteurs et le changement technique.

Chapitre 2 Approche méthodologique

Introduction

L'objectif principal de l'étude est de rechercher les conditions d'amélioration de l'adoption de l'utilisation de la technologie d'irrigation localisée dans le périmètre irrigué de la Mitidja-Ouest Tranche I, dans le but d'accroître la productivité agricole et d'économiser l'eau d'irrigation. Un des objectifs de notre travail est de préciser le comportement des producteurs face à la technologie d'économie d'eau en identifiant les déterminants principaux de l'adoption qui influencent son adoption, sous la forme d'une probabilité. Pour atteindre cet objectif, on va chercher à (i) modéliser le comportement des agents microéconomiques afin d'expliquer l'adoption de la nouvelle technologie d'économie d'eau (irrigation localisée) et (ii) définir les variables explicatives qui interviennent dans l'adoption. Pour cela, une panoplie de modèles économétriques qui s'intègrent sous le volet des modèles partiellement observés, appelés aussi modèles à variables discrètes, sera appliquée à un échantillon d'exploitations qui répond largement à la problématique posée.

2.1 La spécificité du modèle d'adoption de la technologie

La théorie de la maximisation de l'utilité appliquée au domaine de l'agriculture ou le producteur a en face de lui plusieurs possibilités de choix veut que celui-ci en prenant une décision cherche à travers cette prise de décision maximiser les rendements dans le cas contraire il abandonnera ce choix et optera pour une nouvelle technologie beaucoup plus rentable. L'agriculture algérienne est à un stade où on ne peut trouver des données quantitatives auprès des producteurs parce que ceux-ci n'ayant pas une tradition de quantifier leurs activités. C'est autour de données à majorité qualitatives que nous allons faire l'analyse. Le choix des instruments d'analyse s'avère important pour l'analyse des déterminants de l'adoption de techniques d'irrigation économes en eau. L'analyse des déterminants de l'adoption des techniques d'irrigation économes en eau, nous avons supposé que l'adoption de l'irrigation localisée est une variable (dépendante) qui est expliquée par un ensemble de variables indépendantes (variables explicatives). Nous avons utilisé le modèle *Logit*.

2.2 Les modèles économétriques d'adoption et leurs estimations

La décision d'adoption d'une technologie est dichotomique; ou le producteur peut décider d'utiliser ou non la technologie. L'adoptant a été défini comme le producteur qui utilise l'une de ces technologies indépendamment de la quantité. La revue de littérature sur les études d'adoption permet de distinguer au moins trois types de modèles couramment utilisés pour analyser la décision d'adopter une technologie agricole : les modèles de probabilité linéaire, de Logit, de Probit et de Tobit. Le modèle le plus utilisé qui explique mieux le processus de diffusion est la fonction logistique (Cimmyt, 1993), cité par (Adéoti et al., 2002) [51]. Le premier modèle présente des inconvénients parce que la probabilité peut souvent dépasser 1, mais il n'en est pas de même pour les deux autres qui, grâce à une transformation

maintiennent la probabilité estimée entre 0 et 1. Nous avons retenu le modèle Logit, souvent utilisé dans le cas des études d'adoption des technologies pour des raisons de commodité (Cimmyt, 1993) (Adéoti et al., 2002) [51].

2.2.1. Approches théoriques et principes d'analyse des décisions d'adoption

La décision d'adopter est considérée comme variable dépendante qualitative dans une régression dont la valeur est 0 ou 1 et qui dépend des caractéristiques de l'adoptant. L'approche utilisée dans l'analyse des facteurs déterminant l'adoption peut être estimée par un modèle qui permet de prédire la décision d'un agent économique d'adopter ou non une technologie donnée qui lui est proposée. La décision sera aussi fonction des caractéristiques socioéconomiques du décideur. En d'autres termes, le modèle a pour objectif de déterminer pour un agent économique donné la probabilité d'adopter ou de ne pas adopter une technologie donnée.

Les critères de décision peuvent être très divers, mais lorsqu'ils sont quantifiables ou lorsqu'ils sont logiques (oui/non), alors il existe une théorie mathématique qui propose des modèles permettant de prédire le comportement d'individus confrontés à un choix. Adopter ou ne pas adopter la technologie est un choix discret. Cette théorie est la théorie des modèles de choix discrets. « Comme toute modélisation mathématique, cette théorie repose sur plusieurs hypothèses fondamentales. Parmi celles-ci, on considère qu'un individu choisit l'alternative qui possède selon lui la plus grande utilité. En toute généralité, on suppose que l'utilité, qui est une variable aléatoire, se laisse écrire sous la forme suivante :

$U=V+\varepsilon$ où V est la partie déterministe et ε la partie aléatoire ainsi, les modèles vont devoir estimer la fonction d'utilité de chaque alternative à disposition de l'individu. (Antille N, 2000) [86].

L'analyse de la décision d'adoption des technologies agricoles repose sur le principe de rationalité des agents économiques et sur l'hypothèse de maximisation de l'utilité. Le comportement rationnel de l'exploitant le conduit à préférer une technologie d'irrigation qui lui procure plus d'utilité. Autrement dit, l'agriculteur rationnel va choisir l'alternative qui lui procure plus de satisfaction.

Soit un agriculteur i devant choisir une technique d'irrigation j parmi deux techniques alternatives ($j=1,2$), et ayant une fonction d'utilité $U_{ij} = U_{ij}(X_i)$, X_i étant un vecteur colonne de K facteurs déterminants l'adoption de l'une ou de l'autre des techniques et par conséquent l'utilité résultant du choix. Lorsque le producteur choisit la technique 1, il retire une utilité U_{i1} . Lorsqu'il choisit la technologie 2 son utilité est U_{i2} . Le producteur optera pour la technologie 1 s'il estime que celle-ci lui procure plus d'utilité que la technologie 2, c'est -à-dire que si $U_{i1} > U_{i2}$.

Cependant, en se basant sur cette comparaison des utilités que procurent les deux techniques, on se permet d'émettre l'hypothèse que la technique d'irrigation qui procure plus d'utilité sera considérée comme la nouvelle technologie, que l'on rappelle à ce stade du travail qu'il s'agit de l'irrigation localisée. La préférence d'adoption du producteur d'une nouvelle technique d'irrigation (nouvelle technologie peut être représentée dans ce cas par une variable non observée Y_i^* telle que :

$$Y_i^* = \beta' X_i + \varepsilon_i, \text{ avec } \beta' \text{ un vecteur ligne de } K \text{ paramètres et } \varepsilon_i \text{ une perturbation aléatoire.}$$

$$Y_i^* > 0 \text{ Si le producteur } i \text{ adopte la technologie 1, i.e. si } U_{i1} > U_{ik}, \forall k \in R$$

$$Y_i^* \leq 0 \text{ Si le producteur } i \text{ adopte la technologie 2, i.e. } U_{i1} \leq U_{ik}, \forall k \in R$$

Si l'on pose une variable dichotomique Y_i telle que :

$$Y_i = 1 \text{ si le producteur } i \text{ adopte la technologie 1}$$

$$Y_i = 0 \text{ si le producteur } i \text{ adopte la technologie 2}$$

Alors la probabilité P_i d'adoption de la technologie 1 est donnée par :

$$\begin{aligned} P_i &= \text{Prob}(Y_i = 1) = \text{Prob}(Y_i^* > 0) = \text{Prob}(\beta' X_i + \varepsilon_i > 0) \\ &= \text{Prob}(\varepsilon_i > -\beta' X_i) \dots \dots \dots (2.2.2) \end{aligned}$$

En supposant une distribution symétrique, comme c'est le cas pour la loi normale ou la loi logistique, on obtient :

$$P_i = \text{Prob}(\varepsilon_i < \beta' X_i) = F(\beta' X_i) \dots \dots \dots (2.2.3)$$

La loi de ε_i détermine la distribution de F et le type de modèle. Si ε_i suit une loi normale, on a un modèle Probit. Si ε_i suit une loi logistique, on a un modèle Logit.

Dans les modèles Probit et Logit, on se contente d'apprécier la décision d'adoption en termes de probabilité sous l'influence des facteurs déterminants, sans fournir d'informations sur l'intensité d'utilisation de la technologie adoptée. » (Kouassi, 2009) [11].

La présence d'une variable dépendante discrète oriente l'approche méthodologique vers les modèles à réponse qualitative, où la variable endogène peut prendre seulement deux valeurs (modèles dichotomiques, binomiaux ou à réponse binaire), ou un nombre limité de valeurs (modèles polytomiques, multinomiaux ou à choix multiples). L'adoption des innovations agricoles résulte donc d'un processus complexe. La présente étude se limite à identifier les facteurs économiques, socio-démographiques et institutionnels qui influencent l'adoption d'utilisation de la technologie d'irrigation localisée dans le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest.

2.3 Le choix du modèle *logit*

Historiquement, les modèles Logit ont été introduits comme des approximations de modèles Probit permettant des calculs plus simples. Dès lors, il n'existe que peu de différences entre ces deux modèles dichotomiques. Ceci s'explique par la proximité des familles de lois logistiques et normales. Si les deux modèles sont sensiblement identiques, il existe cependant certaines différences entre les modèles Probit et Logit, comme le souligne d'ailleurs Amemiya. Nous évoquerons ici deux principales différences (Hurlin 2003)[15] :

1. La loi logistique tend à attribuer aux événements "extrêmes" une probabilité plus forte que la distribution normale.
2. Le modèle Logit facilite l'interprétation des paramètres β associées aux variables explicatives x_i

2.3.1. Présentation et formulation du modèle de base Logit

La plupart des recherches effectuées sur l'adoption des technologies agricoles ont recours aux modèles Probit, Logit ou Tobit. Les modèles Probit et Logit se limitent à l'analyse de la décision d'adoption, c'est-à-dire à l'influence des facteurs déterminants sur la probabilité d'adoption, sans aborder l'intensité d'utilisation de la technologie adoptée. Pour préciser le comportement des producteurs face à la technologie d'économie d'eau en identifiant les facteurs qui influencent son adoption, sous la forme d'une probabilité, nous avons opté pour une modélisation de type Logit, facilitant la manipulation des résultats (Hurlin, 2003) [15]. En effet, deux propriétés font l'intérêt de la fonction de répartition logistique dans la modélisation des choix discrets. Il s'agit notamment de son intervalle qui se réduit à [0, 1] et de la possibilité d'être linéarisé par une transformation logarithmique.

En considérant la préférence d'adoption du producteur i pour une technologie, préférence représentée par la variable latente. Notons Y^0 la variable latente dont la valeur dépend d'une série de variables explicatives X_i . Au niveau individuel, le modèle des choix rationnels d'adoption que nous appliquons empiriquement est le modèle logit dichotomique. Nous cherchons à expliquer pourquoi l'adoption d'une technologie d'irrigation localisée intervient ou pas chez les agriculteurs. Autrement dit, nous cherchons à calculer la probabilité qu'un tel événement se produise. Le modèle à estimer est donné par l'équation (1).

Dans ce modèle, nous pouvons écrire l'équation suivante :

$$Y_i^* = \alpha + X_i \beta + \epsilon_i \dots\dots\dots (2.3.3)$$

Où Y_i^* représente le bénéfice ou l'intérêt retiré par le producteur de son engagement dans l'adoption de la technologie d'économie d'eau ; X_i est une variable qui peut influencer l'adoption ; β les coefficients associés aux différentes variables du modèle et ϵ_i l'erreur associée à la variable. La variable Y_i^* n'étant pas observable, il est nécessaire de générer une variable observable exprimant la pratique de la technologie d'économie d'eau par les producteurs : $y = 1$ si $Y^* > 0$ et $y = 0$ si $Y^* \leq 0$.

Un des objectifs de notre travail étant d'identifier les déterminants de l'adoption de la technologie d'économie d'eau, nous allons estimer une fonction Logit dans laquelle la variable dépendante est la probabilité qu'un agriculteur adopte la technologie d'économie d'eau ou non. L'adoption de la technologie d'économie d'eau est représentée par une variable binaire ayant les valeurs 1(adopte) et 0(n'adopte pas). Cette adoption dépend des

caractéristiques structurelles de l'exploitant (âge, sexe, niveau d'étude, taille de la famille...), l'insertion dans une organisation paysanne et les stratégies des exploitants (orientation marchande, l'habitude alimentaire), la zone.

2.3.1.1. Propriétés de la régression logistique

Pour bien mettre le point sur les caractéristiques de la loi logistique, l'illustration suivante permettra d'élucider les fonctions de répartition des Lois Normale Logistique et leurs fonctions de densité correspondantes.

Le codage en 0 / 1 est arbitraire mais n'a aucune influence sur les résultats des estimations, car la vraisemblance s'exprime en fonction des probabilités P et pas de l'espérance conditionnelle

$E(Y|X, \beta_0, \beta_1)$, on peut écrire le modèle de régression logistique sous la même forme que le modèle de régression linéaire 2.3.2 :

$$Y = F(X, \beta_0, \beta_1) + \epsilon \quad (2.3.2)$$

Cependant, le modèle est non linéaire et le résidu ϵ ne peut pas être distribué selon une loi Normale. En effet, il ne peut prendre que deux valeurs $\epsilon = 1 - F(X, \beta_0, \beta_1)$ si $Y=1$ ou $\epsilon = -F(X, \beta_0, \beta_1)$ si $Y=0$. De plus, sa variance n'est pas σ^2 mais $Var(\epsilon) = F(X, \beta_0, \beta_1)[1 - F(X, \beta_0, \beta_1)]$

On constate que la variance dépend de la variable X et par conséquent, elle n'est pas constante mais **hétéroscédastique**. Il est à rappeler qu'une probabilité est une caractéristique d'une population, tandis qu'une proportion est calculée à partir d'un échantillon. Cette dernière s'approche d'autant plus de la probabilité (inconnue en général) que l'échantillon est grand. Un choix intuitif pour modéliser une probabilité est d'utiliser une fonction de répartition ou fonction cumulative.

Les lois Normale et Logistique se distinguent, en particulier, en fonction de l'épaisseur de la queue de probabilité de la fonction de densité correspondante, ce qui a une influence sur la « vitesse » avec laquelle la fonction de répartition s'éloigne de 0 ou s'approche de 1 :

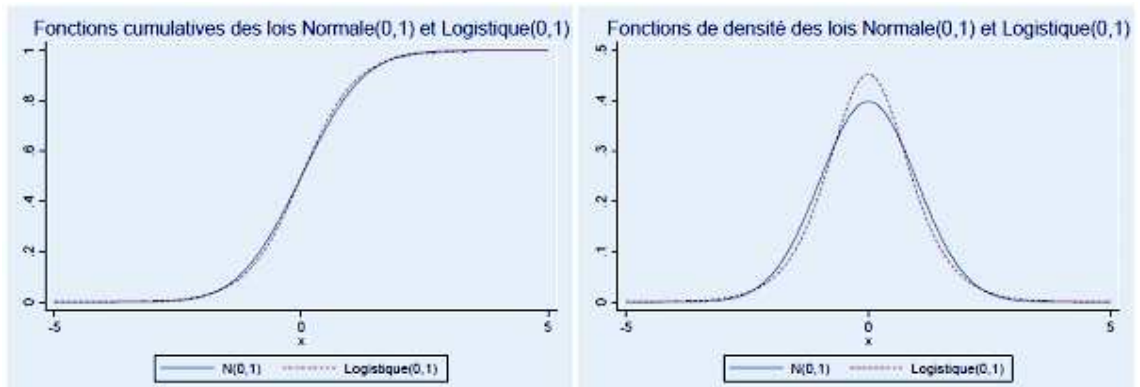


Figure 2.1 - Fonctions cumulative des lois Normales et Logistique

Source : Taffé, 2004

Néanmoins, comme on le constate sur la figure 2.1, la différence entre les deux modèles est infime de sorte qu'en pratique l'on peut choisir indifféremment l'une ou l'autre des lois.

Toutefois le modèle Logit permet une interprétation plus habituelle en épidémiologie car elle fait intervenir des Odds Ratio.

Remarquons que ces résultats est valable uniquement dans le cas de la modélisation d'une variable qualitative dichotomique et que dans le cas polytomique la différence est importante.

La fonction cumulative d'une loi Normale de moyenne μ et de variance σ^2 , $N(\mu, \sigma^2)$ s'écrit comme suit (Equa 2.3.3) :

$$F(X) = \int_{-\infty}^X \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right)^2\right) dt \dots\dots\dots$$

(2.3.3)

Tandis que celle d'une loi logistique de moyenne μ et de variance σ^2

$$F(X) = \frac{\exp\left(\frac{\pi}{\sqrt{3}} \frac{X - \mu}{\sigma}\right)}{1 + \exp\left(\frac{\pi}{\sqrt{3}} \frac{X - \mu}{\sigma}\right)} \dots\dots\dots$$

(2.3.4)

Il existe en effet certaines propriétés du modèle Logit qui sont particulièrement utiles pour simplifier les calculs ainsi que l'interprétation économique des résultats d'estimation des paramètres β associées aux variables explicatives. Tout d'abord si l'on note :

$$P_i = \text{Prob}(Y_1=1) = F(X_i \beta) \dots\dots\dots (2.3.5)$$

Partant de la définition de la loi logistique on remarque que plusieurs égalités, permettant de simplifier les calculs, peuvent être établies comme suit :

$$e^{X_i \beta} = P_i (1 + e^{X_i \beta}) \dots\dots\dots (2.3.6)$$

$$\log\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = X_i \beta \dots\dots\dots (2.3.7)$$

$$1 - P_i = \frac{1}{1 + e^{X_i \beta}} \dots\dots\dots (2.3.8)$$

En plus de ces différentes relations, il existe une égalité qui en outre particulièrement intéressante en ce qui concerne l'analyse économique des résultats d'estimation. Il s'agit de la relation suivante :

$$e^{X_i \beta} = \frac{P_i}{1 - P_i} \dots\dots\dots (2.3.9)$$

Sachant que la probabilité P_i désigne la probabilité associée l'évènement $Y_1=1$ et que la quantité $1 - P_i$ désigne la probabilité associée à l'évènement complémentaire $Y_1=0$ d'où la quantité

$$C_i = \frac{P_i}{1 - P_i} \dots\dots\dots (2.3.10)$$

Rapport entre la probabilité associée à l'adoption $Y_1=1$ et la probabilité de non adoption : il s'agit de la cote ("Odds"). Dans un modèle cette cote servira dans la lecture des coefficients de l'estimation.

Dans un modèle de probabilité les paramètres β relient les caractéristiques des variables exogènes à la probabilité du choix. En effet, le calcul des effets marginaux se fait directement à partir des probabilités associées à l'évènement de référence.

On cherche ainsi à établir quelle la variation de la probabilité de l'évènement $Y_1=1$ en cas de variation d'une des variables exogènes. On considérera ici uniquement le cas de variables explicatives continues. Dans ce cas, pour de petites variations de la j ème

variable explicative, on peut approximer la variation de probabilité P_i par la dérivée de celle-ci par rapport à la variable X_i (j) .

$$\frac{\partial P_i}{\partial X_i} = \frac{\partial F(X_i, \beta)}{\partial X_i} = \frac{\partial F(X_i, \beta)}{\partial (X_i, \beta)} \frac{\partial (X_i, \beta)}{\partial X_i} = \frac{\partial F(X_i, \beta)}{\partial (X_i, \beta)} \beta \dots\dots\dots (2.3.11)$$

Soit $f(.)$ la fonction de densité des résidus du modèle Logit, l'effet marginal associé à la $j^{\text{ème}}$ variable explicative X_i est défini par :

$$\frac{\partial P_i}{\partial X_i} = \frac{e^{X_i \beta}}{(1 + e^{X_i \beta})^2} \beta_j = f(X_i, \beta) \cdot \beta_i \dots\dots\dots (2.3.12)$$

Puisque par définition $f(.) > 0$, le signe de cette dérivée est donc identique à celui de β_j . Dès lors, l'augmentation d'une variable associée à un coefficient positif induit une hausse de la probabilité de réalisation de l'événement $Y = 1$. Inversement, la hausse d'une variable associée à un coefficient négatif induit une baisse de la probabilité de réalisation de l'événement $Y = 1$.

2.3.2 Spécification du modèle logistique binaire

La régression est un procédé généralement utilisé en statistique pour modéliser l'information contenue dans une base de données chiffrée, au moyen d'une équation algébrique. Dans le cas d'une régression linéaire multiple, on recherche une relation entre une variable continue (dépendante, expliquée ou endogène) notée Y en fonction des observations (variables indépendantes, explicatives, exogènes ou régresseurs) notées $X_i, i=1, \dots, k$ et du type quantitatif, soit :

$$Y = a_0 + A \cdot X + \varepsilon = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i X_i + \varepsilon \dots\dots\dots (2.3.13)$$

avec les notations $A = (a_1, \dots, a_k)$; $X = (X_1, \dots, X_k)^T$; où a_0 et A sont des paramètres à estimer et le ε terme erreur aléatoire, qui doit suivre une loi normale $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$.

Cependant, dans de nombreux cas, la spécification du modèle linéaire est incorrecte, notamment dans le cas des modèles de probabilité où la variable dépendante est dichotomique (modèle logistique binaire logit ou probit) ou polytomique (modèle multinomial).

La régression logistique binaire permet d'étudier la relation entre une variable réponse binaire et plusieurs variables explicatives qui peuvent être quantitatives, nominales, catégorielles, ... Plus généralement, le résultat d'une observation binaire Y est "succès" lorsque $Y = 1$ ou "échec" lorsque $Y = 0$, et exprime la survenue d'un événement.

Au lieu d'estimer Y, l'objectif est d'estimer plutôt $P(Y = 1/X) = p$; la probabilité de succès de l'événement sachant X. Puisqu'on cherche à prédire la valeur de Y connaissant celle de X, on va l'estimer par sa moyenne théorique conditionnelle $E(Y/X)$: Ainsi :

$$E(Y/X) = 0 \times [1 - P(Y = 1/X)] + 1 \times P(Y = 1/X) \\ = P(Y = 1/X) = p \dots \dots \dots (2.3.14)$$

Il se pose alors un problème important : une mesure de probabilité est toujours bornée à gauche par 0 et à droite par 1 ; donc le modèle linéaire (2.3.13) perd son sens. De plus, la régression linéaire simple suppose à priori que l'ensemble d'apprentissage

$$\{(X_i = x_i, Y_i = y_i)\}_{i=1}^n = 1$$

est indépendant et les X_i continues, et exige l'homoscédasticité de la variance des résidus. Ce qui est incompatible avec la nature de Y (qualitatif binaire) et celle des X_i . Pour contourner la difficulté, il convient de trouver un modèle qui sied à une régression linéaire multiple et qui supprime les bornes de p : le modèle logistique.

2.3.3 La transformation *Logit*

La nature binaire de la variable Y permet d'établir que, conditionnellement à X , Y suit une loi binomiale de paramètre p , et admet la fonction $h(y, p) = p^y(1-p)^{1-y}$, comme fonction de densité. Cette fonction fait partie de la famille exponentielle. En effet,

$$\begin{aligned} h(y, p) &= p^y(1-p)^{1-y} \\ &= \exp\{y \ln(p) + (1-y) \ln(1-p)\} \\ &= \exp\left\{y \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) + \ln(1-p)\right\} \\ &= (1-p) \exp\left\{y \ln\left(\frac{p}{1-p}\right)\right\} \end{aligned}$$

Si l'écriture générale de la densité de probabilité d'une loi exponentielle se présente sous la forme : $(y, p) \mapsto a(p)b(y) \exp\{yQ(p)\}$, avec $Q(p)$ son paramètre naturel, alors la quantité $\ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$ est le paramètre naturel de la loi binomiale. Intuitivement, on définit la fonction *logit* comme étant l'application :

$$\begin{aligned} \text{logit} :]0, 1[&\mapsto]-\infty, +\infty[\\ p &\mapsto \text{logit}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) \end{aligned} \tag{2.3.15}$$

Elle est continue strictement croissante sur $]0, 1[$ et à valeurs dans $] -\infty, +\infty[$: La fonction *logit* admet de ce fait une bijection réciproque notée F :

$$\begin{aligned} F :]-\infty, +\infty[&\mapsto]0, 1[\\ t &\mapsto F(t) = \frac{1}{1 + e^{-t}} = \frac{e^t}{1 + e^t} \end{aligned} \tag{2.3.16}$$

F est appelée fonction logistique, tandis que *logit* porte le nom de fonction de lien. En s'appuyant sur cette transformation, nous proposons la construction du modèle suivant :

$$\text{logit}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta X + u \tag{2.3.17}$$

où β_0 est une constante, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_k)$ un vecteur de paramètres à estimer et u le terme erreur. Ainsi, à partir de la fonction logistique F , il est plus facile de retrouver la probabilité de succès p :

$$p = P(Y = 1/X) = F(\text{logit}(p)) = \frac{e^{\beta_0 + \beta X}}{1 + e^{\beta_0 + \beta X}} \tag{2.3.18}$$

et ce en connaissant β_0, β et X :

2.3.4. Estimation du modèle Logit

Selon Hurlin (2003) [15], la régression du modèle Logit caractérisant l'adoption par un échantillon de producteurs est spécifiée comme suit :

$$P_i = E(Y_i) = F(\alpha + X_i \beta) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + X_i \beta)}} \dots \tag{2.3.19}$$

Où l'indice « i » indique la $i^{\text{ème}}$ observation dans l'échantillon, P_i est la probabilité qu'un individu face un choix donné Y_i , e est la base du logarithme népérien, α est une constante et β_i sont des coefficients associés à chaque variable explicative X_i à estimer. Par modèle dichotomique, on entend un modèle statistique dans lequel la variable expliquée ne peut prendre que deux modalités (variable

dichotomique). Il s'agit alors généralement d'expliquer la survenue ou la non survenue d'un événement. (Hurlin 2003) [15]. Si l'on considère notre échantillon de N agriculteurs indicés $i=1, \dots, N$.

Pour chaque agriculteur, on observe si l'adoption de l'irrigation localisée s'est réalisée et l'on note Y_i la variable dichotomique codée associée à un évènement. On pose, $\forall i \in [1, N]$:

$$Y_i = \begin{cases} 1 & \text{si l'adoption s'est réalisée pour le producteur } i \\ 0 & \text{si l'adoption ne s'est pas réalisée pour le producteur } i \end{cases}$$

On remarque ici le choix du codage $[0,1]$ qui traditionnellement retenu pour les modèles dichotomiques. En effet, celui-ci permet de définir la probabilité de survenue de l'évènement comme l'espérance de la variable codée Y_i , puisque :

$$E(Y_i) = Prob(Y_i = 1) \times 1 + Prob(Y_i = 0) \times 0 = Prob(Y_i = 1) = P_i \dots \dots \dots (2.3.20)$$

Alors la probabilité P_i d'adoption de la technologie de l'irrigation localisée est donnée par :

$$P_i = Prob(Y_i = 1) = Prob(Y_i^* > 0) = Prob(\beta' X_i + \varepsilon_i > 0) = Prob(\varepsilon_i > -\beta' X_i)$$

La loi ε_i détermine la distribution de F est le type de modèle. En supposant une distribution symétrique de ε_i comme c'est le cas pour la loi logistique, on obtient :

$$P_i = Prob(\varepsilon_i < \beta' X_i) = F(\beta' X_i) \dots \dots \dots (2.3.21)$$

Le modèle dichotomique **Logit** admet pour variable expliquée, non pas un codage quantitatif associé à la réalisation d'un évènement (comme dans le cas de la spécification linéaire) mais la probabilité d'apparition de cet évènement, conditionnellement aux variables exogènes. Ainsi, on considère le modèle suivant :

$$P_i = \text{Prob}(Y_i = 1 | X_i) = F(X_i \beta) \dots\dots\dots$$

(2.3.22)

Où la fonction $F(\cdot)$ désigne une fonction de répartition. Le choix de la fonction de répartition $F(\cdot)$ est a priori non contraint. Toutefois, on utilise pour le modèle **Logit** la fonction de répartition de la loi logistique. C'est à cette fonction que correspond le nom attribué à ce modèle. On considère le modèle dichotomique suivant :

$$P_i = \text{Prob}(Y_i = 1 | X_i) = F(X_i \beta) \quad \forall i=1, \dots, N \dots\dots\dots(2.3.23)$$

Ainsi, pour une valeur donnée du vecteur des exogènes et du vecteur des paramètres β , on peut définir le modèle Logit d'une façon équivalente : le modèle *Logit* définit la probabilité associée à l'évènement Y_i , comme le vecteur de la fonction de répartition de la loi logistique considérée au point $X_i \beta$.

2.3.4.1 Estimation des paramètres par la Méthode du Maximum de Vraisemblance

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

$$L(Y_i, \beta) = P_i^{Y_i} (1 - P_i)^{1 - Y_i} \dots \dots \dots (2.3.24)$$

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

$$L(Y, \beta) = \prod_{i=1}^N P_i^{Y_i} (1 - P_i)^{1 - Y_i} = \prod_{i=1}^N [F(X_i(i), \beta)]^{Y_i} [1 - F(X_i(i), \beta)]^{1 - Y_i} \dots \dots \dots (2.3.25)$$

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

$$\log L(Y, \beta) = \sum_{i=1}^N Y_i \log[F(X_i(i), \beta)] + (1 - Y_i) \log[1 - F(X_i(i), \beta)] \dots \dots \dots (3.3.26)$$

2.4. Les déterminants du comportement en matière d'adoption

Avant d'examiner les particularités des variables individuelles, il est important d'établir le modèle évalué et les méthodes utilisées. On vise essentiellement la réponse à deux questions pour les exploitations enquêtées. Premièrement, quelles sont les déterminants clés qui influencent la décision d'un agriculteur d'adopter la technologie d'irrigation localisée ?

Adoption = f (facteurs sociodémographiques, facteurs économiques, facteurs techniques)

Adoption = f (Les caractéristiques des irrigants et de leurs exploitations, Les caractéristiques du contexte d'adoption des irrigants, Les caractéristiques des technologies d'irrigation)

Superficie équipée = f (facteurs sociodémographiques, facteurs économiques, facteurs techniques, caractéristiques de la technologie)

Superficie équipée = f (Les caractéristiques des irrigants et de leurs exploitations, Les caractéristiques du contexte d'adoption des irrigants, Les caractéristiques des technologies d'irrigation)

Chacune des deux équations pose des problèmes économétriques, et leur combinaison encore plus.

Le choix d'adoption d'une technologie d'économie d'eau est une décision de type oui ou non, ce qui signifie qu'il faut un modèle limité de variable indépendante. Heureusement que beaucoup de modèles (Logit et Probit) ont été élaborés et utilisés pour étudier les problèmes de choix comme l'exige notre étude. Il est évident que la revue de la littérature économique en terme de choix renvoie dans la quasi-totalité des cas à des études hors du domaine agricole mais il a fallu faire des rapprochements pour générer des variables explicatives qui seront plutôt spécifiques non seulement à l'agriculture mais aussi au cas étudié ainsi que la zone d'étude choisie. Selon Feder & al. (1985) [64], ont franchi un pas important dans la littérature économique de l'adoption et de l'innovation technique, ils ont été intéressés par l'étude de l'adoption des nouvelles technologies dans le secteur agricole. Le degré d'utilisation de la nouvelle technologie peut fournir une mesure quantitative de l'ampleur de l'adoption quand la nouvelle technologie est divisible, c'est-à-dire que l'adoption peut être approximée par une variable pouvant prendre plusieurs valeurs, une variable discrète. Une telle manière d'exprimer la variable dépendante permet, dans le cas de l'adoption de la technologie d'économie d'eau, d'envisager une explication des taux d'adoption. Les modèles multinomiaux ordonnés, appelés aussi modèles polytomiques (*Logit* ordonné, *Probit* ordonné) permettent de modéliser, non pas la probabilité d'adoption, mais plutôt le niveau d'adoption. Le *Logit* ordonné estimé fait appel à des modalités (1,2,..k). Ces modalités traduiront les différents intervalles d'adoption de l'irrigation localisée.

La variable dépendante qui traduit les superficies équipées en irrigation localisée présente également un problème puisque la variable dépendante : l'observation de l'intensité d'adoption (superficies équipées par rapport à la superficie agricole utile) doit être doublement censurée, à gauche dans la mesure où elle admet une limite inférieure égale à zéro, et à droite dans la mesure où elle ne peut pas prendre des valeurs supérieures à l'unité. Ce problème a été réglé dans la littérature au moyen de l'utilisation d'un modèle Tobit qui corrige le biais des données censurées. Afin d'évaluer la contribution et l'importance relative des divers déterminants, on propose d'effectuer des analyses multivariées. Les modèles *Logit*, *Logit* multinomial et *Tobit* nous permettent d'évaluer respectivement : (*i*) la contribution de ces variables indépendantes au comportement en matière d'adoption (c'est-à-dire la probabilité qu'un exploitant adopte) et le niveau d'adoption (probabilité qu'un exploitant adopte à un seuil donné).

(*ii*) le pouvoir explicatif des variables indépendantes à l'égard de la performance en matière d'adoption (c'est-à-dire le pourcentage d'adoption de l'irrigation localisée dans l'exploitation agricole).

2.5. Les hypothèses se rapportant aux déterminants de l'adoption de l'irrigation localisée

Pour bien mettre le point sur les déterminants de l'adoption de l'irrigation localisée, des hypothèses, qui reposent en majeure partie sur la littérature économique concernant l'adoption et la diffusion des nouvelles technologies, ont été émises. Ces hypothèses proposées comme grandes lignes de discussion quant à l'adoption de l'irrigation localisée

permettent de cerner le champ d'investigation, et permettront par la suite d'émettre quelques recommandations.

Les résultats des études précédemment mentionnées nous amènent à poser les hypothèses suivantes :

Hypothèses 01 : ils existent des liens entre les caractéristiques d'une entreprise agricole, les caractéristiques socioéconomiques de l'individu qui la dirige, ses attitudes et ses comportements vis-à-vis des innovations agricoles.

Hypothèses 02 : ce sont ces interactions de plusieurs facteurs qui affectent la décision de l'agriculteur d'adopter l'irrigation localisée. Ces facteurs sont liés à l'environnement externe de l'exploitation agricole à savoir les facteurs de marché (Prix des produits biologiques par rapports aux produits non biologiques, la demande sur le marché local, la demande sur le marché extérieur, la concurrence...etc.)

Et les facteurs liés à l'exploitation (La taille, la disponibilité de l'eau, le taux d'irrigation, charges d'exploitation, le degré de diversification de l'exploitation, l'existence de l'élevage, les rendements, le taux d'encadrement, la mécanisation,...etc.)

Hypothèse 03 : la décision d'innovation est déterminée par la rationalité de l'agent. Celle-ci est contingent à l'individu, à ses capacités psychiques et intellectuelles, ses atouts culturels, sa situation sociale et ses objectifs, et à sa situation organisationnelles, à sa place dans les circuits d'information, de solidarité, d'apprentissage, ses relation avec l'environnement extérieur...etc. L'aversion au risque des agriculteurs peut être également un facteur important.

En effet la question centrale qui se pose, c'est de quelles manière est-il possible de bien illustrer les préférences des exploitants vis -à -vis l'adoption de nouvelles technologies d'économie d'eau d'irrigation à savoir l'irrigation localisée. Pour vérifier la validité des hypothèses précédemment avancées quant à l'explication de l'adoption de la technologie d'économie d'eau, on a fait recourt à la démarche suivante

- Choix d'une zone d'étude, et réalisation d'une enquête au sein des exploitations agricoles dans une zone qui répond aux exigences de notre étude ;
- L'extraction des variables qui permettront d'estimer les modèles d'adoption de la technologie de l'irrigation localisée ;
- Estimation des modèles d'adoption de la technologie de l'irrigation localisée et interprétation ;
- Vérification des hypothèses avancées au début de ce chapitre.

2.6 Evaluation et validation du modèle

Les paramètres de notre modèle de régression logistique sont estimés à partir de l'échantillon de données dont on dispose. On peut se poser la question de la validité de la transposition de nos résultats à l'ensemble de la population d'intérêt. Pour que l'on puisse inférer des caractéristiques de la population à partir de notre échantillon il faut, bien entendu, qu'il soit représentatif de celle-ci. Cette représentativité s'obtient en particulier lorsqu'il y a eu tirage aléatoire. Maintenant, nos estimations sont sensibles à la taille de notre échantillon et il est légitime de se poser la question de la reproductibilité de nos résultats. En particulier, est-ce qu'on obtiendra à peu près les mêmes estimations si l'on analyse un autre échantillon de même taille et issu de la même population ?

Comme en général l'on ne dispose pas d'un deuxième échantillon de la population, pour tenter de répondre à cette dernière question des techniques de validation basées sur le rééchantillonnage ou la partition de l'échantillon ont été développées. Pour ne pas trop allonger le texte, nous n'allons pas rentrer dans la description de ces techniques, ici, mais l'on retiendra que l'évaluation de l'ajustement de notre modèle sur un autre échantillon provenant de la même population fournira très probablement des résultats moins optimistes. La qualité et la pertinence statistique d'un modèle se fonde en général sur la significativité individuelle des coefficients, sur la significativité globale du modèle au moyen des tests de vraisemblance (test de Wald) d'une part, et sur la puissance de discrimination et l'analyse des résidus de ce modèle d'autre part. En définitive, on retiendra que plus l'échantillon de données disponibles sera grand plus les estimations seront fiables et reproductibles.

2.6.1. Test des paramètres, significativité des coefficients β_0 et β_1

Avant toute régression, il est indispensable de s'assurer que les variables explicatives introduites dans le modèle sont indépendantes entre elles. Le test de Khi-deux est un test d'indépendance bien approprié à cet effet. Le logiciel STATA, que nous avons utilisé pour notre étude statistique du modèle envoie un message d'erreur en cas de dépendance de deux variables explicatives après la régression. Pour tester la significativité d'un ou plusieurs coefficients du modèle, on utilise soit la statistique de Wald W , soit le test de Rapport de Vraisemblance LR.

2.6.1.1. Test de Wald

La statistique z suit un Khi-deux à un degré de liberté χ_1^2 . La significativité de $\hat{\beta}_j$ notée $sign\hat{\beta}_j = P(\chi_1^2 > z)$ (il s'agit de la p-value) sera réalisée si elle est inférieure au seuil du test.

Ce test est très pratique pour porter un jugement sur l'importance statistique d'une variable *dichotomique* ou continue. On doit cependant s'en méfier lorsqu'il s'agira d'une variable *polytomique*, qui requiert l'introduction de plusieurs variables indicatrices (et donc plusieurs autres coefficients à tester) dans le modèle. Dans ce second cas, on conseille un test du Khi-deux. En effet, pour le paramètre $\beta = (\beta_1 \dots \beta_K)$; on teste l'hypothèse :

$$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_K = 0 \text{ contre l'hypothèse}$$

$$H_0 : \exists M \subseteq \{1, \dots, k\} / \forall_i \in M, \beta_j \neq 0 \text{ et } \forall_j \in \{1, \dots, k\} \setminus M, \beta_j = 0,$$

avec pour statistique de test la quantité

$$Wald(\beta) = \hat{\beta}(\hat{V}(\hat{\beta}))^{-1}\hat{\beta}^T$$

où $\hat{V}(\hat{\beta})$ est la matrice de variance-covariance estimée des $\hat{\beta}_j$. Sous l'hypothèse H_0 , $Wald(\beta)$ converge en loi vers un χ_k^2 .

Soit $\hat{\beta}_j$ la valeur estimée du coefficient β_j ; soit $var\hat{\beta}_j$ la variance de β_j , estimée par $\hat{\sigma}_j^2$, pour j allant de 1 à k .

Pour ce test, l'hypothèse nulle est $\beta_j = 0$. Sous cette hypothèse, $\hat{\beta}_j$ suit asymptotiquement une loi normale $N(0, \hat{\sigma}_j^2)$, pour N assez grand. Ainsi, le rapport $\frac{\hat{\beta}_j}{\hat{\sigma}_j}$ obéit à peu près à une distribution normale centrée et réduite. La statistique de Wald se définit par :

$$Wald(\beta_j) = \frac{\hat{\beta}_j^2}{var(\hat{\beta}_j)} = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{\hat{\sigma}_j}\right)^2 = z \tag{2.6.1}$$

2.6.1.2. Le test du rapport de vraisemblance

Le principe est le suivant : on calcule la -2Log-vraisemblance du modèle à $k + 1$ paramètres et celle du modèle à k paramètres (en excluant la variable associée au coefficient à tester), puis on teste la différence :

$$\Delta_{\text{Khi-deux}} = 2[\log L(y, \beta_0, \beta_1, \dots, \beta_j, \dots, \beta_k) - \log L(y, \beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{j-1}, \dots, \beta_{j+1}, \dots, \beta_k)] \dots \dots \dots (2.6.2)$$

En admettant que $\Delta_{\text{Khi-deux}}$ suit asymptotiquement un Khi-deux à un degré de liberté.

Dans le cas des modèles dichotomiques, on peut appliquer sans difficulté particulière la logique du test du rapport des maxima de vraisemblance. Ainsi, on estime le modèle non contraint et d'autre part le modèle contraint : soient $\hat{\beta}_j$ et $\hat{\beta}_j^c$ les deux estimations ainsi obtenues. La statistique LRT correspond alors tout simplement à l'écart des log-vraisemblance:

Naturellement si l'on note $\chi^2_{95\%}(1)$ le quantile à 95% de la loi $\chi^2(1)$, le test du rapport des maxima de vraisemblance au seuil de 5% de l'hypothèse H_0 consiste à accepter H_0 si $LRT_j < \chi^2_{95\%}(1)$, et à refuser H_0 si $LRT_j > \chi^2_{95\%}(1)$. Cette procédure est asymptotiquement équivalente à celle d'un test de Wald.

La statistique LRT_j du test du rapport des maxima de vraisemblance associée au test unidirectionnel $H_0 : \beta_j = a$ contre $H_1 : \beta_j \neq a$ admet la loi suivante :

$$LRT_j = -2[\log L(y, \hat{\beta}_j) - \log L(y, \hat{\beta}_j^c)] \xrightarrow[N \rightarrow \infty]{L} \chi^2(1) \dots\dots\dots (2.6.3)$$

Où $\hat{\beta}_j$ et $\hat{\beta}_j^c$ désignent respectivement les estimateurs non contraint et contraint de β_j .

Dans le cas d'un test portant sur plus d'un paramètre, on utilise la statistique suivante

Dans le cas d'un test portant sur plus d'un paramètre, on utilise la statistique suivante :

$$LRT = -2[\log L(y, \hat{\beta}) - \log L(y, \hat{\beta}^c)] \xrightarrow[N \rightarrow \infty]{L} \chi^2(r) \dots\dots\dots (2.6.4)$$

Où r désigne le nombre de restrictions imposées sur les paramètres, et où $\hat{\beta}$ et $\hat{\beta}^c$ désignent les estimateurs respectivement non contraint et contraint du vecteur complet β .

2.6.1 .3. Test du score ou multiplicateur de Lagrange : LM (Lagrange Multiplier)

Le principe de ce test est le suivant. On sait que si l'hypothèse nulle est satisfaite, les deux estimateurs non contraint $\widehat{\beta}_j$ et contraint $\widehat{\beta}_j^c$ doivent relativement proches l'un de l'autre, et que donc la même propriété doit être vérifiée pour le vecteur des conditions du premier ordre de la maximisation de la log vraisemblance.

$$LM_j = \left(\frac{\partial \log L(y, \beta)}{\partial \beta'} \Big|_{\beta = \widehat{\beta}^c} \right)' \widehat{I}^{-1} \left(\frac{\partial \log L(y, \beta)}{\partial \beta'} \Big|_{\beta = \widehat{\beta}^c} \right) \xrightarrow[N \rightarrow \infty]{L} \chi^2(1) \quad (2.6.5)$$

L'estimateur \widehat{I} de la matrice d'information de Fischer peut être obtenu par :

$$\widehat{I} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial \log L(y_i, \beta)}{\partial \beta'} \Big|_{\beta = \widehat{\beta}^c} \right) \left(\frac{\partial \log L(y_i, \beta)}{\partial \beta'} \Big|_{\beta = \widehat{\beta}^c} \right)' \quad (2.6.6)$$

et où

$$\frac{\partial \log L(y, \beta)}{\partial \beta'} \Big|_{\beta = \widehat{\beta}^c} = \sum_{i=1}^N \frac{\partial \log L(y_i, \beta)}{\partial \beta'} \Big|_{\beta = \widehat{\beta}^c} \quad (2.6.7)$$

2.6.2. Test de significativité globale du modèle

L'indépendance entre les variables explicatives doit toujours être vérifiée dans toute régression. Il existe des tests d'indépendance bien appropriés à l'instar du test de KHI-deux, mais dans certains logiciels comme STATA, c'est après la régression qu'un message d'erreur est généré en cas de dépendance.

2.6.2 .1 Le pseudo- R^2 de Mac Fadden

Il est défini par : $\text{pseudo-}R^2 = 1 - \frac{L}{L_0}$; où L est la Log-vraisemblance du modèle avec les régresseurs (modèle complet) et L_0 la Log-vraisemblance du modèle sans régresseurs (modèle nu). Ce nombre mesure le gain d'information apporté par les variables exogènes par rapport à la seule connaissance des probabilités des événements. Un $\text{pseudo-}R^2$ assez proche de 0 signifie que le comportement des régresseurs ne change pratiquement rien sur la vraisemblance du modèle. Pour ainsi dire, un modèle est d'autant meilleur que son $\text{pseudo-}R^2$ est grand.

6.2.2 Les mesures de vraisemblance du modèle

Une fois que les étapes du choix des co-variables et de leurs formes fonctionnelles ont été effectuées, on peut déterminer la qualité de l'ajustement du modèle aux données ou, en anglais, le « Goodness of fit ». Il s'agit de la fonction de vraisemblance finale (la 2log-vraisemblance) et le Khi-deux du modèle.

.La Log-vraisemblance

Un modèle est d'autant bon que sa vraisemblance est grande. Mais en pratique, on utilise la "moins double vraisemblance" : $-2LL$. La valeur du -2 Log likelihood n'indique rien en soi, mais sa diminution indique également que le modèle est amélioré après l'introduction de la nouvelle variable. Pour donc tester l'adéquation d'un modèle, l'hypothèse nulle est : $H_0 : -2LL = 0$: D'après christophe HURLIN, la $-2LL$ se distribue sous H_0 comme un Khi-deux, avec $N - r$ degré de liberté (r étant le nombre de paramètres). Ainsi, si la probabilité critique se situe en-dessous du seuil de test, alors on rejette H_0 qui dit que le modèle convient. Mais si la dite probabilité est supérieure au seuil, on ne rejette pas H_0 ; et on conclut que le modèle est acceptable.

.La Déviance et la Statistique de Pearson

La fonction de vraisemblance résume l'information que les données apportent sur les paramètres inconnus d'un modèle. Lorsque les paramètres inconnus sont égaux à leurs estimations au sens du maximum de vraisemblance, la valeur de la vraisemblance est une très bonne mesure de la qualité d'ajustement des données par le modèle : c'est la vraisemblance maximale, que nous notons

$$L(y, \beta_0, \beta)$$

pour notre modèle. Cette grandeur cependant dépend de la taille de l'échantillon. C'est pourquoi elle est comparée à une grandeur calculée sur les mêmes données, mais pour un autre modèle appelé modèle saturé. (Le modèle saturé comporte autant de paramètres qu'il y a d'observations dans l'échantillon. Dans ces conditions, les valeurs de $p_i = P(Y_i = 1/X)$ sont égales à celles de Y_i : Si on note $L(s)$ la vraisemblance du modèle saturé alors la déviance se définit par :

$$\begin{aligned}
 D &= -2 \log \frac{L(y, \beta_0, \beta)}{L(s)} \\
 &= -2 \sum_{i=1}^N \left[y_i \log \left(\frac{p_i}{y_i} \right) + (1 - y_i) \log \left(\frac{1 - p_i}{1 - y_i} \right) \right] \dots \dots \dots (2.6.8)
 \end{aligned}$$

La déviance correspond en régression linéaire à la somme des carrés résiduels, permettant au modèle de mieux s'ajuster aux données au fur et à mesure que sa valeur diminue. Cependant, la formule ci-dessus présente des réserves ; son calcul n'utilise que les p_i : C'est sans doute la raison qui a poussé Pearson à proposer la statistique suivante :

$$\sum_{i=1}^N \frac{(y_i - p_i)^2}{p_i(1 - p_i)} \dots\dots\dots(2.6.9)$$

Z suit asymptotiquement une loi du Khi-deux

$$\chi^2_{N-k-1}$$

et tient compte de p_i et de y_i simultanément. Cette statistique également évolue inversement avec la qualité de l'ajustement, mais son inconvénient est de dépendre fortement de la taille de l'échantillon.

. L'adéquation du modèle aux données « Goodness of fit »

Une fois que les étapes du choix des co-variables et de leurs formes fonctionnelles ont été effectuées, on peut déterminer la qualité de l'ajustement du modèle aux données ou, en anglais, le « Goodness of fit ». Pour fixer les idées, notons les valeurs observées de l'outcome $y' = (y_1, \dots, y_n)$ et les valeurs prédites par le modèle $\hat{y}' = (\hat{y}'_1, \dots, \hat{y}'_n)$ où n est la taille de l'échantillon. On considérera que l'ajustement est satisfaisant si :

1. La distance entre l'outcome observé y et l'outcome prédit par le modèle \hat{y} est petite.
2. Le modèle est bien « calibré », c'est-à-dire les fréquences prédites sont proches de celles observées.
3. Le modèle permet de bien discriminer entre les opérateurs non adoptants et ceux qui sont adoptants en fonction des variables explicatives c'est-à-dire on obtient de bonnes sensibilités et spécificités. Pour nous aider dans cette tâche, nous allons nous appuyer sur des tests de « Goodness of fit » comme, le test de Hosmer et Lemeshow, la statistique de Pearson, sur l'analyse des résidus comme, les résidus de Pearson, ainsi que sur l'évaluation de la capacité à discriminer les outcomes positifs $y = 1$ des outcomes négatifs $y = 0$ par l'inspection de la courbe ROC.

La démarche que nous allons adopter consiste à évaluer, d'abord, globalement l'adéquation du modèle au moyen des différents tests de « Goodness of fit », puis, en principe lorsqu'on est satisfait de la qualité de l'ajustement global, à déterminer s'il n'y a pas localement des observations très mal ajustées et ayant possiblement un effet important sur l'estimation des coefficients. Le but de ces évaluations globale et locale est de s'assurer que l'ajustement du modèle soit satisfaisant pour toutes les valeurs observées dans l'échantillon des variables explicatives. Finalement, l'évaluation du pouvoir discriminant du modèle nous permettra d'appréhender si nous avons choisi les « bonnes » variables explicatives ou s'il manque d'importants régresseurs pour arriver à prédire avec suffisamment de précision l'outcome.

. Evaluation de la calibration du modèle : Le test de HOSMER et LEMESHOW

Le test de Hosmer et Lemeshow est basé sur un regroupement des probabilités prédites par le modèle, par exemple par décile. On calcule, ensuite, pour chacun des groupes le nombre observé de réponses positives $y = 1$ et négatives $y = 0$, que l'on compare au nombre espéré prédit par le modèle. On calcule alors une distance entre les fréquences observées et prédites au moyen d'une statistique du Chi2. Lorsque cette distance est petite on considère que le modèle est bien calibré. La puissance du test est relativement faible lorsque la taille de l'échantillon est ≥ 400 . (Taffé, 2004) [89].

C'est un test d'adéquation qui s'articule autour de cinq points. Après avoir :

1. estimé le modèle, il faut
2. calculer et ordonner les \hat{p}_i (p_i estimé par le modèle) dans l'ordre croissant, ensuite
3. les partager en G groupes (quintile, déciles, percentiles)
4. Soit n_g le nombre d'observations dans le groupe g ; $g = 1, 2, \dots, G$, Soient $\{\bar{y}\} = \sum_{g=1}^G \frac{y_i}{n_g}$ et $\{\bar{\pi}\} = \sum_{g=1}^G \frac{\hat{p}_i}{n_g}$, La statistique de Hosmer et Lemeshow s'écrit :

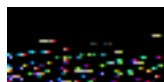
$$HL = \sum_{g=1}^G \frac{(n_g \bar{y}_g - n_g \bar{\pi}_g)^2}{n_g \bar{\pi}_g (1 - \bar{\pi}_g)} \quad (2.6.10)$$

Cette statistique est approximativement distribuée selon un Khi-deux à $G - 2$ degrés de liberté. Pour ce test, on regarde la p -value : $p\text{-value} = P(HL > X^2)$, où $X^2 = \sum_{g=1}^G \frac{(O-E)^2}{E}$

Si la p -value $> \alpha = 0,05$, alors le modèle est dit ajustable aux données ; sinon l'ajustement sera dit douteux. Notons que cette statistique dépend du nombre de groupes choisis. C'est pourquoi Hosmer et Lemeshow la recommandent non pas comme un test à proprement parler, mais comme un indicateur d'adéquation, même si la précision augmente avec le nombre de groupes. Ainsi, pour dire qu'un modèle est adéquat, il faudrait aussi associer à HL des critères d'information tels que le AKAIKE (AIC) le critère Bayésien BIC et la courbe Roc.

Les statistiques de Hosmer et Lemeshow (HL) dépendent du nombre de groupes choisis. C'est pour cela qu'eux-mêmes le recommandent comme un indicateur et non comme un test proprement dit. C'est pour cela qu'avant de prendre la décision que le modèle est adéquat, ou non, il faut lui associer les critères tels que AKAIKE (AIC) et BIC, et faire la courbe de lissage.

Le reclassement : Si l'on construit un modèle de prédiction, alors il est nécessaire d'examiner son pouvoir de discernement. Les *outcomes* se définissent comme les valeurs



prédites par le modèle. Ici, on s'intéresse à évaluer la capacité du modèle à discriminer les *outcomes* positifs $Y = 1$ des *outcomes* négatifs $Y = 0$, à partir d'un seuil bien pensé en relation avec le phénomène étudié. L'intérêt est tout d'abord porté sur deux notions : la sensibilité et à la spécificité. La sensibilité se définit comme la probabilité pour le modèle de classer un individu en succès (auquel cas le test est dit positif) lorsqu'il est réellement en succès :

$$\text{Sensibilité} = P(\text{Test } +/Y=1) \dots \dots \dots (2.6.11)$$

La spécificité quant à elle est la probabilité pour le modèle de classer un individu en échec (auquel cas le test est dit négatif) lorsqu'il est réellement en échec :

$$\text{Spécificité} = P(\text{Test} - Y \neq 0) \dots\dots\dots (2.6.12)$$

Ensuite, on évalue le taux de bon classement. L'appréciation de l'erreur de prédiction est d'une importance capitale, et dépend fortement de la nature du phénomène.

2.6.3. L'analyse des résidus

Un résidu est une mesure de la distance entre l'outcome observé y et l'outcome prédit par le modèle \hat{y} . Comme on va le voir, il existe plusieurs définitions de résidus et chacune d'elle correspond à un concept particulier de distance. Le but de l'analyse des résidus est multiple :

- 1) il s'agit de vérifier qu'il n'y a pas des erreurs systématiques ;
- 2) de déterminer s'il y a des observations très mal expliquées (résidus extrêmes) ;
- 3) et si certaines observations ont un effet important de levier sur les résultats des estimations. Comme chaque observation a son résidu associé il y a autant de résidus que d'observations.

L'on considérera donc des mesures globales résumant l'ensemble des résidus par un seul chiffre et permettant ainsi d'apprécier l'ajustement global du modèle aux données (autrement dit on résume la distance entre y et \hat{y}), ainsi que des mesures locales fournies par chacun des résidus et permettant de vérifier que la contribution à la mesure globale de chacune des observations est plus ou moins équivalente.

Eventuellement, certaines valeurs caractéristiques d'une variable explicative peuvent être éliminées de l'analyse si elles sont jugées trop « loin » du nuage de points et qu'elles ont un effet de levier important sur l'estimation des coefficients. On cherche, en définitive, à ajuster le modèle sur le centre de gravité du nuage de points et il n'est pas désirable que quelques valeurs extrêmes (qui peuvent être des erreurs de mesure ou des cas complètement atypiques) modifient sensiblement les estimations.

2.6.3.1. Le Résidu de Pearson

Lorsqu'on parle de résidus de Pearson, il s'agit de la quantité :

$$r_i = \frac{y_i - p_i}{\sqrt{p_i(1 - p_i)}} \quad (2.6.13)$$

Son interprétation est un peu délicate en ce sens qu'elle dépend de l'amplitude $y_i - p_i$ et de la variance $p_i(1 - p_i)$: Pour y remédier, on se sert des **résidus standardisés de Pearson** définis par :

$$r_i^{std} = \frac{r_i}{\sqrt{1 - h_{ii}}}, \forall i = 1, \dots, k \quad (2.6.14)$$

avec $h_{ii} = p_i(1 - p_i)X_i^T Var(\beta)X_i$, $i^{ème}$ élément de la diagonale principale de la matrice

$$H = V^T X^T (X V X^T)^{-1} V X \quad (2.6.15)$$

où V est la matrice de variance-covariance du modèle tel que

$$Var(Y_i) = p_i(1 - p_i) \text{ et } Cov(Y_i, Y_j) = -p_i p_j, \text{ pour } i \neq j \quad (2.6.16)$$

L'analyse des résidus consiste à déterminer les outliers (points ou observations mal modélisés) et les *influential points* (observations affectant significativement les observations).

Pour une régression presque parfaite, 95% des résidus standardisés doivent être coincés dans l'intervalle $[-2; 2]$: C'est pourquoi en pratique, on tente dans la mesure du possible, d'exclure les individus dont la valeur absolue des résidus standardisés est supérieure à 2.

2.7. Evaluation du pouvoir discriminant du modèle : sensibilité, spécificité et courbe ROC

Dans le but de construire le modèle de prédiction, il est d'un intérêt de faire un examen de son pouvoir discriminant. Cet examen se fait par calcul de l'aire au-dessous de la courbe ROC (Receiver Operating Characteristic) ou courbe de caractéristiques d'efficacité. Cette courbe permet d'étudier les variations de la spécificité et de la sensibilité d'un test pour différentes valeurs du seuil de discrimination. Sur l'axe des abscisses, on porte la variable 1- spécificité donnant l'effectif (en pourcentage) de non adoptants parmi les adoptants, sur l'axe des ordonnées, on place la sensibilité égale à l'effectif (en pourcentage) de vrais adoptants parmi les non adoptants. Si Se et Sp désignent respectivement la sensibilité et la spécificité du test, nous avons :

$Se = Pr(\text{le test décide que l'individu est adoptant sachant qu'il est effectivement adoptant})$;

$Sp = Pr(\text{le test décide que l'individu n'est pas adoptant sachant qu'il n'est effectivement pas adoptants})$.

La surface sous cette courbe nous permet d'évaluer la précision du modèle pour discriminer les opérateurs pauvres des opérateurs non pauvres.

Une bonne manière de visualiser l'ajustement des données au modèle est de tracer la courbe ROC pour tenir compte des prédictions parfaites : La sensibilité est définie comme la probabilité de classer l'individu dans la catégorie $y = 1$ (on dit que le test est positif) étant donné qu'il est effectivement observé dans celle-ci. La spécificité est définie comme

la probabilité de classer l'individu dans la catégorie $y = 0$ (on dit que le test est négatif) étant donné qu'il est effectivement observé dans celle-ci. La surface sous cette courbe nous permet d'évaluer la précision du modèle pour discriminer les outcomes positifs $y = 1$ des outcomes négatifs $y = 0$. On retiendra comme règle du pouce :

- Si aire ROC = 0.5 il n'y a pas de discrimination
 - Si aire $0.7 \geq \text{ROC} < 0.8$ la discrimination est acceptable
 - Si aire $0.8 \geq \text{ROC} < 0.9$ la discrimination est excellente
 - Si aire $\text{ROC} \geq 0.9$ la discrimination est exceptionnelle
- Les critères d'information AIC et BIC définis par :

$$AIC = \frac{-2 \text{Log} L(y, \hat{\beta}_0, \hat{\beta}) + 2(k+1)}{N}, \text{ et } BIC = \frac{-2 \text{Log} L(y, \hat{\beta}_0, \hat{\beta}) + (k+1) \text{Log}(N)}{N},$$

interviennent aussi dans l'appréciation des modèles, et sont d'ailleurs préférables à la Déviance, en ce sens que le calcul du *AIC* et du *BIC* tient compte du nombre de paramètres du modèle. Toutefois, leur importance se perçoit lors de la comparaison de plusieurs modèles.

2.8. Comparaison de deux ou plusieurs modèles

Ce test permet uniquement de comparer les modèles imbriqués, c'est-à-dire emboîtés les uns dans les autres, à travers les variables ; car un des modèles peut être obtenu en contraignant certains paramètres de l'autre.

2.8.1. Le Test du rapport des vraisemblances

Dans le cas de deux modèles imbriqués, le premier modèle (m_1) possédant k paramètres libres et le second (m_2) $k + m$ paramètres, le rapport de la vraisemblance s'écrit :

$$\begin{aligned} RV &= -2 \left[\text{Log} \left(\frac{L(m_1)}{L(m_2)} \right) \right] \\ &= -2 [\text{Log} L(m_1) - \text{Log} L(m_2)]. \end{aligned} \dots\dots\dots (2.8.1)$$

La loi du Khi-deux permet une fois de plus de dire que *RV* suit asymptotiquement un khi-deux $X^2(m)$.

Concernant les modèles non imbriqués, il est conseillé de garder le modèle qui vérifiera le maximum de critères de sélection et de validation. Dans la confrontation, un modèle gagne un score lorsqu'il a le plus petit chiffre de la $-2\log$ vraisemblance, des critères d'information AIC et BIC, des degrés de liberté ; et le plus grand chiffre de pseudo- R^2 ; de taux de classification, et de l'aire sous la courbe ROC. En cas de parité égale des scores, se servir de l'analyse des résidus pour choisir le meilleur modèle.

2.9 Interprétation des coefficients de la régression

Dans le modèle de régression (Equa.2.3.17), apparaissent deux coefficients β_0 et β_1 encore appelés respectivement constante et coefficient de régression. L'interprétation du

coefficient ne se fonde pas sur lui-même, mais sur le *Odds Ratio*. C'est une notion très utilisée en épidémiologie et qui mesure le risque associé à une variable explicative du modèle. Soit deux individus *a* et *b* qui se distinguent par la *j*^{eme} caractéristique :

$$\begin{aligned} \text{logit}(p_a) &= \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_j (X_j + \delta) + \dots + \beta_k X_k \\ \text{logit}(p_b) &= \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_j X_j + \dots + \beta_k X_k \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.9.1)$$

Alors, on a d'après la formule (2.3.17) :

$$\begin{aligned} \beta_j \delta &= \text{logit}(p_a) - \text{logit}(p_b) \\ &= \log \left[\frac{p_a / (1 - p_a)}{p_b / (1 - p_b)} \right] \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.9.2)$$

Ce qui implique que :

$$e^{\beta_j \delta} = \frac{p_a / (1 - p_a)}{p_b / (1 - p_b)} \quad \dots\dots\dots (2.9.3)$$

$$\frac{\frac{P_a}{1 - P_a}}{\frac{P_b}{1 - P_b}}$$

La quantité $\frac{P_a}{1 - P_a} / \frac{P_b}{1 - P_b}$ désigne en probabilité le rapport de chances (ou de risques) de succès sur les chances de l'échec ; autrement dit ; c'est le Odds Ratio :

$$OR(p_a, p_b) = e^{\beta_j \delta} \quad \dots\dots\dots (2.9.3)$$

Il mesure l'effet d'une variable explicative sur la variable dépendante. En effet, si le Odds ratio entre le régresseur *X_j* et la variable dépendante *Y* est plus petit que 1 (avec 1 n'appartenant pas à son intervalle de confiance), alors la présence de la variable explicative *X_j* dans le modèle augmente considérablement la probabilité pour que l'événement *Y* = 1 se réalise.

2.9.1 Cas d'une variable explicative dichotomique

Si on code la variable X_j en "0" et "1", la quantité σ prend la valeur 1 de sorte que

$$e^{\beta_j} = OR(p_1, p_0) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_j}}{e^{\beta_0}} = \frac{e^{\text{logit}P(Y=1/X_j=1)}}{e^{\text{logit}P(Y=1/X_j=0)}} \dots\dots\dots (2.9.5)$$

Donc, dans un modèle logistique, l'exponentiel du coefficient de la régression s'interprète comme le Odds Ratio que lui est associé. Si X_j représente par exemple la race ("0"=Noir et "1"=Blanc), un $OR(p_1; p_0) < 1$ entraîne qu'il y a e^{β_j} fois moins de risques pour un Blanc de s'exposer au phénomène par rapport à un Noir, toutes choses étant égales par ailleurs.

2.9.2 Cas d'une variable explicative polytomique

Il suffit de transformer chaque catégorie de la variable en une nouvelle variable dichotomique. Concrètement, chaque modalité de la variable polytomique doit être prise comme une variable binaire. L'interprétation dans ce cas se fait à partir d'une d'entre elles, prise comme référence.

2. 9.3 Cas d'une variable explicative continue

β_j correspond à la variation du logit. La formule (Equa. 2.9.3) montre qu'à une augmentation d'une unité de X_j ; correspond une multiplication de risque par e^{β_j} : Toutefois, on peut recoder la variable continue en classes pour en faire une du type polytomique afin de mieux enrichir son interprétation.

2.9.4 La constante du modèle

La constante du modèle s'interprète comme « l'effet » de la catégorie de référence. Autrement dit, β_0 permet de calculer la probabilité de y lorsque toutes les co-variables x_1, x_2, \dots, x_p sont nulles.

2.10. Les variables du modèle

Notre but étant d'obtenir des résultats aussi fiables et crédibles que possible. Les variables les plus communes utilisées en modélisation des processus d'adoption des technologies sont des variables de capital humain (par exemple, niveau d'éducation, âge), les attributs des technologies, la nature du système d'exploitation agricole influencés par l'effet de diverses variables biophysiques et socio-économiques, le système de tenure, la dotation de ressource, le risque et l'incertitude, le capital social, et les facteurs psychologiques et sociaux (Rogers 1995)[85]. Dans le cas présent, les variables supposées pour influencer des décisions d'adoption de l'irrigation sont récapitulées. Les variables ont été choisies sur la base des examens de littérature des causes déterminantes de l'adoption de l'irrigation localisée (Caswell 1999 ; Shrestha et Gopalakrishnan 1993 ; Sakks 2001), cité par Namara et al., (2007) [56].

Nous confrontons à présent les résultats de notre enquête auprès des irrigants du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I à une revue de la littérature empirique. On identifie ainsi les déterminants de l'adoption des technologies d'irrigation économes en eau par les exploitations agricoles de la Mitidja Ouest Tranche I. Ces

facteurs explicatifs sont repartis en trois axes : les facteurs économiques, les facteurs socio-démographiques et les facteurs techniques. Ainsi sur la base de critères socio-économiques, sociodémographiques, technique disponibles dans la revue de littérature et la base de données de l'enquête, nous avons porté notre attention sur les variables suivantes :

2.10.1. La variable dépendante pour le modèle Logit (Y_1)

Une variable dépendante est une variable dont la valeur varie en fonction de celle des autres. C'est l'effet présumé dans une relation de cause à effet et, en recherche expérimentale, c'est la variable qu'on ne manipule pas mais qu'on observe pour évaluer l'impact sur elle des changements intervenus dans les autres variables.

Les variables dépendantes sont appropriées pour l'estimation de modèle envisagé dans cette étude, bien que la variable expliquée émane de l'adoption de la nouvelle technologie mais pour le modèle envisagé l'approche méthodologique nous suggère une forme bien déterminée pour l'estimation.

En général, le résultat d'une observation binaire est appelé "succès" ou "échec". Il est représenté mathématiquement par une variable aléatoire Y_1 , dans notre cas, $Y_1 = 1$ s'il y a succès de l'observation donc adoption de l'irrigation localisée et $Y_1 = 0$ s'il y a échec donc pas d'adoption. Cette variable a une distribution de Bernoulli, et on note $p = P(Y_1 = 1)$ probabilité d'adoption ; donc $P(Y_1 = 0) = 1 - p$ probabilité de non adoption.

2.10.2. Les variables indépendantes ou explicatives

Une variable indépendante est une variable dont le changement de valeur influe sur celui de la variable dépendante. Lorsque nous postulons une relation de cause à effet, la variable indépendante est alors la cause présumée de l'effet observé. En recherche expérimentale, la variable indépendante est la variable que le chercheur manipule pour en étudier l'influence sur la variable dépendante.

En s'appuyant sur les résultats des études sur l'adoption et la diffusion des technologies, certaines variables socioéconomiques sont jugées déterminantes dans l'adoption d'une technologie (Rogers, 1983) [23]. Elles incluent la zone agro-écologique, l'âge, le genre, la taille du ménage, l'équipement agricole, la taille de l'exploitation... etc. Ces variables qui caractérisent la situation socio-économique des producteurs peuvent être déterminantes dans l'adoption des innovations agricoles. En effet, un paysan est considéré comme adoptant lorsqu'il utilise la technologie quelque soit l'intensité.

Cette adoption est influencée positivement ou négativement par les caractéristiques socio-économiques et techniques liées aux producteurs et aux technologies. Pour les variables, les hypothèses suivantes seront testées. Les variables explicatives ont été identifiées en se référant aux hypothèses avancées dans ce travail de recherche concernant l'adoption de la nouvelle technologie et bien évidemment la diffusion de cette nouvelle technologie. Le choix des variables est basé aussi sur les informations obtenues de l'enquête dans le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I.

Les résultats des travaux identifiés sur l'adoption des innovations agricoles et le contexte du milieu d'étude permettent de cerner les facteurs qui gouvernent l'adoption d'une nouvelle technologie d'économie d'eau. Le premier axe des facteurs explicatifs de l'adoption des technologies d'irrigation économes en eau par les agriculteurs concerne les caractéristiques des irrigants et de leurs exploitations. Ces principaux facteurs qui

influencent de façon déterminante l'adoption s-intègre sous les quatre principaux groupes suivants :

1. Facteurs économiques
2. Facteurs sociodémographiques
3. Facteurs techniques

2.10.2.1. Facteurs économiques

Coût de l'investissement : la variable coût de l'investissement peut retarder ou freiner l'adoption de nouvelles technologies. L'irrigation localisée nécessite des investissements lourds et des équipements hydrauliques spécifiques (bassin d'accumulation, station de tête, station de pompage, réseau de l'irrigation localisée). Ils tendent à devenir plus chers leur première phase d'investissement que les systèmes d'irrigation par gravitaire et/ou aspersion.

Ces coûts d'investissement peuvent varier chaque année en fonction des variations de prix de certains accessoires qui composent ce système d'irrigation .Nous contenterons de mentionner les déclarations des agriculteurs en matière de la cherté de l'investissement en matière de l'irrigation localisé et ceci par un codage binaire qui traduit par 1 le problème de cherté de l'investissement et par 0 lorsqu'il n'y a pas de problème de cherté. L'on émet l'hypothèse que cette variable ait une incidence négative sur l'adoption de la technologie d'économie d'eau.

Subvention en équipement d'irrigation localisée : le régime d'aide à l'investissement auquel est assujetti une exploitation agricole peut influencer l'adoption de l'irrigation localisée de ces agriculteurs. En effet, une exploitation qui remplit les conditions d'éligibilité pour avoir la subvention sont plus exposé à l'adoption des nouvelles technologies économes en eau. On s'attend qu'elle ait un effet positif sur l'adoption.

Prix de l'eau publique (CTFACT) : cette variable reflète le montant en dinar algérien payé par les agriculteurs à l'ONID suite à l'acquisition d'un volume d'eau. On s'attend qu'elle ait une influence négative sur l'adoption de l'irrigation localisée par agriculteurs.

2.10.2.2. Facteurs techniques

Superficie céréalière (CEREA) : Cette variable traduit la superficie des cultures céréalières. Elle est exprimée en hectare. Sa présence est justifiée par l'hypothèse qu'une superficie importante en céréaliculture, malgré une consommation importante en eau, aura une incidence négative sur l'adoption d'une nouvelle technologie d'économie d'eau. L'observation de terrain milite en faveur d'une telle hypothèse.

Superficie de l'arboriculture fruitière (SUPARBO) : Il s'agit de la superficie arboricole exprimée en hectare observée sur l'exploitation. Une telle orientation culturelle encourage la mise en place d'un équipement d'économie d'eau. Elle aura donc un effet positif sur l'adoption d'une nouvelle technologie d'économie d'eau.

Le producteur est prêt à s'investir en adoptant de nouvelles technologies en fonction de la superficie du verger (**Feder et al., 1984**) [48]. La superficie a été prise en compte pour apprécier l'effet de l'adoption par les producteurs. Le producteur qui dispose d'une grande superficie trouve la nécessité d'investir pour tirer un plus grand revenu. On suppose qu'elle aura un impact positif.

Cultures maraîchères sous serres (SERRES) : c'est la superficie des cultures maraîchères menées en irrigué sous serre. Il est évident que de telles spéculations augmentent les besoins en eau de l'exploitation. Dans ces conditions, l'adoption d'une nouvelle technologie d'économie d'eau est une décision économiquement fondée. Elle permet d'économiser l'eau et d'améliorer les rendements de cultures à haute valeur marchande. Elle est exprimée en nombre d'hectare de serre. On suppose qu'elle aura un impact positif.

Accès à l'eau par un forage (ACCFOR) : l'accès à la ressource via un forage est l'une des caractéristiques du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I, d'autres modes d'accès sont enregistrés dans la zone mais ces différents types de modes d'accès coexistent dans la majorité des exploitations avec l'irrigation par un forage. On s'attend à ce que ce mode d'accès aura une incidence positive sur l'adoption de l'irrigation localisée.

Vulgarisation (VULGAR): cette variable reflète le contact avec les vulgarisateurs du ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques. On s'attend qu'elle ait une influence positive sur l'adoption de l'irrigation localisée par agriculteurs.

Adhésion à une organisation paysanne (ADHESSAS) : cette variable traduit l'appartenance à une association des irrigants permet au producteur d'avoir une idée sur les avantages et inconvénient d'une technologie. La diffusion et l'accès aux crédits pour l'acquisition des technologies sont faits au niveau des organisations. On s'attend qu'elle ait une influence positive sur l'adoption de l'irrigation localisée par agriculteurs.

Type d'exploitation agricole : on rencontre trois types d'exploitation agricole dans la zone d'étude vu que la majorité des exploitations enquêtées sont des exploitations agricoles collectives, on a émis l'hypothèse que les exploitations agricoles collectives unies sont plus exposées à l'adoption de l'irrigation localisée, l'argument avancé c'est que les seuls qui sont éligible d'accès aux crédits et les subventions octroyées par l'Etat mis à part les exploitations agricoles privés et individuelles qui sont au nombre insignifiant le périmètre étudié. On s'attend que les EAC UNIE aient une incidence positive sur l'adoption de l'irrigation localisée.

Techniques alternatives d'irrigation : L'irrigation par aspersion et l'irrigation gravitaire sont les deux techniques d'irrigation présentes dans l'échantillon. On les a codés par un codage binaire qui traduit par 0 l'absence de cette technique et par 1 sa présence. On émet l'hypothèse qu'elles auront des effets négatifs sur l'adoption de l'irrigation localisée.

2.10.2.3 Facteurs sociodémographiques

Age : nous voulons savoir si les jeunes sont plus exposés à l'adoption de l'irrigation localisée que les vieux. Cette variable a été retenue comme variable continue. On s'attend qu'elle ait une influence négative sur l'adoption de l'irrigation localisée par agriculteurs.

Niveau d'instruction : en introduisant cette variable dans notre étude, nous supposons que le niveau d'instruction doit avoir une influence sur l'adoption de l'irrigation localisée.

Conclusion

Ce chapitre a été consacré au modèle d'analyse et à la méthodologie. Nous avons présenté les principales méthodes statistiques et structuré le modèle d'analyse. L'exposition des

méthodes statistiques appliquées dans le domaine économique en particulier dans le domaine de l'adoption technologique en agriculture nous a permis d'explorer les méthodes de force qui se rapportent aux variables déterminant l'adoption et l'innovation technologique. Cet aperçu a permis de mettre le point sur les méthodes statistiques à appliquer à notre cas d'étude. L'objectif principal de ce chapitre est de contribuer à l'application de l'analyse des analyses statistiques à des problèmes de l'adoption des technologies économes en eau, en se focalisant sur les caractéristiques et les déterminants de l'adoption de l'irrigation localisée, et l'élaboration des stratégies et mesures à court et à long terme, dans l'optique de promouvoir cette technologie. Il porte sur la méthodologie de l'analyse de l'adoption, en exposant le matériel statistique approprié. C'est l'analyse proprement dite, où l'on détermine les éléments essentiels expliquant l'adoption de l'irrigation dans le périmètre irrigué étudié. C'est ici qu'intervient la modélisation. Compte tenu de la nature du phénomène à étudier, nous construisons un modèle logistique destiné à classer un agriculteur en état de l'adoption ou pas. A partir de ces méthodes statistiques dégagées à appliquer, nous avons décrit l'opérationnalisation de ces concepts. Ensuite, nous avons identifié les variables et décrit les procédures de mesure. Enfin, nous avons déterminé et justifié nos stratégies d'analyse statistique. Dans le chapitre qui suit, nous présentons les résultats de leurs applications et leurs interprétations ainsi que nous proposons une démarche à suivre pour aller du système gravitaire et /ou l'aspersion vers l'irrigation localisée.

Chapitre III Résultats et interprétation

Introduction

Le phénomène d'adoption technologique constitue un problème central dans l'économie agricole en Algérie. Les nouvelles technologies peuvent améliorer la productivité des intrants agricoles et les rendements des cultures. Les technologies d'irrigation sont un bon exemple de ce principe puisque leur diffusion permette d'économiser la ressource en eau, de préserver l'environnement et d'augmenter la production agricole. 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'eau et (ii) un programme national d'économie d'eau. Pour encourager les agriculteurs à adopter les techniques d'irrigation préconisées par ce programme d'économie d'eau d'irrigation, des incitations à l'investissement ont été mises en œuvre.

Les résultats de ce programme sont restés en deçà des attentes. Dans ce chapitre, nous avons tenté de développer un modèle permettant d'identifier les facteurs explicatifs de la dynamique d'adoption de la technologie d'irrigation localisée dans le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I. Nous avons modélisé en fonction des variables économiques, des caractéristiques de la parcelle et de l'exploitant les probabilités d'adoption de l'irrigation localisée.

Un modèle *Logit binomial* a été sélectionné pour expliquer la décision d'adoption de l'irrigation localisée dans le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I. La méthode de maximum de vraisemblance a été utilisée pour estimer le modèle *Logit binomial*. Après avoir passé en revue les propriétés de plusieurs logiciels économétrique pour l'estimation du modèle Logit binomial, on opté pour le logiciel STATA, c'est un logiciel réputé pour ces multiples fonctions de traitement de données et d'analyse statistique et dispose aussi d'un langage de programmation aisé et convivial. Nous avons sollicité le logiciel STATA pour mener notre analyse parce qu'il semble plus approprié pour une telle opération et surtout pour le détail résiduel dont il fait état et la facilité qu'il offre dans l'interprétation des résultats. Pour transférer les données vers STATA, on se sert de STAT-TRANSFER, un logiciel qui permet la conversion des fichiers d'un logiciel à l'autre.

3.1 Présentation et choix de la zone d'étude

Dans plusieurs régions du monde, la demande des ressources en eau disponibles est excédent, l'approvisionnement et la concurrence entre les divers secteurs de l'économie pour l'eau rare devient intense. En réponse à ces conditions, les décideurs, les chercheurs et les agriculteurs poursuivent de plus en plus de diverses interventions innovatrices, techniques, institutionnelles et de politiques pour permettre l'utilisation efficace, équitables et soutenables des ressources d'eau de plus en plus rares. Les technologies d'irrigation localisée constituent un élément essentiel dans cette démarche, qui s'intègre dans le cadre des approches innovatrices d'interposition.

A l'origine, l'irrigation localisée a été souvent associée aux exploitations onéreuses et commerciales qui appartiennent à des agriculteurs plus riches. Les systèmes utilisés sont destinés à de grandes exploitations. Cependant, sont inabordables pour des petits exploitants et ne sont pas disponibles dans les tailles appropriées pour de petites parcelles de terrain.

Pour bien répondre aux exigences d'une étude portant sur l'explication de l'adoption de l'irrigation localisée au sein d'une communauté rurale, le choix s'est porté sur le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I (Figure 3.1).

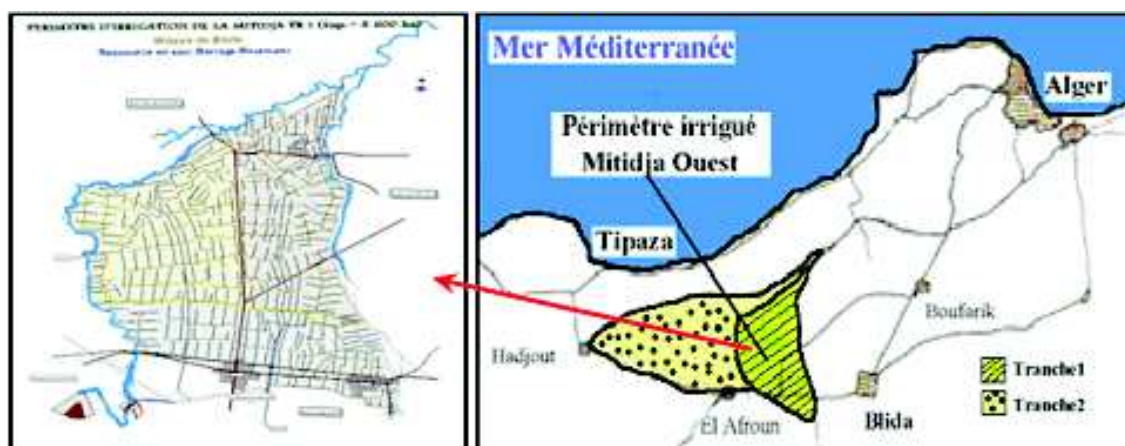


Figure 3.1- Le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest (tranche 1 et 2) [5,93].

Source : Imache(2004) & Akli (2007)

Le périmètre Mitidja-Ouest Tranche I est situé dans les wilayas de Blida et Tipaza à une distance de 55 km au sud-ouest d'Alger ; ce périmètre est délimité par :

- L'Oued Chiffa à l'Est,
- L'Oued Bouroumi à l'Ouest,
- Le Piémont de l'Atlas blidéen au sud,
- L'Oued Bouroumi et oued Djer au nord ;
- Le périmètre a été mis en service en 1988. Il couvre une superficie totale de 8 600 ha dont 7 872 ha irrigables réparties en trois secteurs :
- Secteur Sud : 2 297 ha, en exploitation depuis 1988 moins 54 ha pris par l'urbanisation,
- Secteur Est : 2 741 ha, en exploitation depuis 1992,
- Secteur Ouest : 2 889 ha, en exploitation depuis 1992.

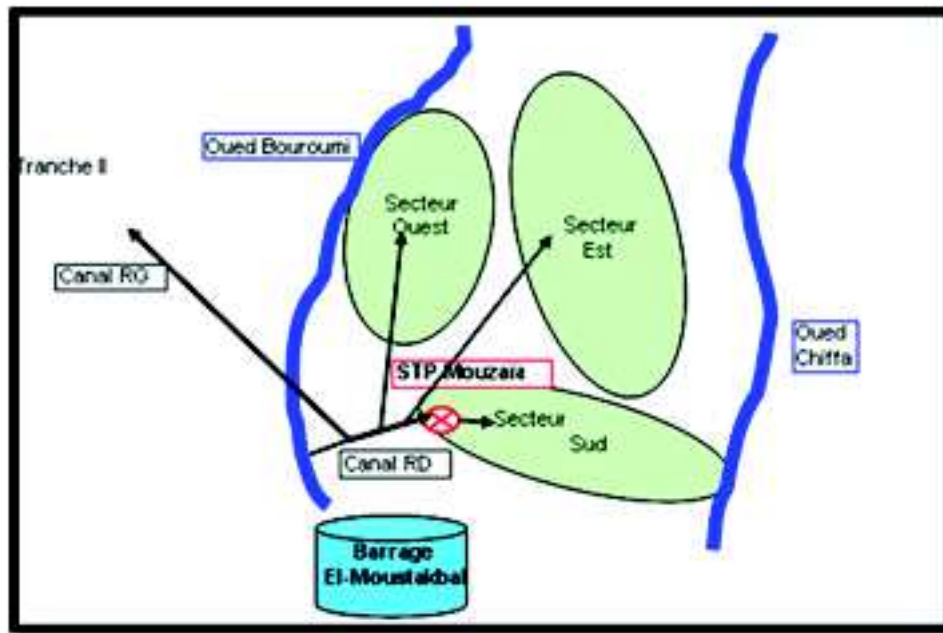


Figure 3.2- Schéma du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I

Source : Etude de la tarification de l'eau agricole ,2006 [2].

Le périmètre de la Mitidja ouest Tranche I est alimenté à partir de lâchers du barrage de Bouroumi dans l'oued éponyme. A 15 km à l'aval du barrage, un seuil permet de dériver une partie des eaux lâchées vers deux dalots qui amènent ces eaux prélevées vers un ouvrage de partition, point de départ des deux canaux : Canal Principal Rive Droite et Canal Principal Rive Gauche. Le Canal Principal Rive Droite, alimente en route une prise gravitaire PG2 avant de déboucher sur un ouvrage terminal permettant d'alimenter à la fois la prise gravitaire PG1 et la station de pompage de mise en pression de la Mouzaïa. (Etude de la tarification de l'eau agricole, 2006) [2].

L'approvisionnement en eau du périmètre Mitidja Ouest Tranche I se fait à partir du barrage El-Moustaqbal, réalisé sur l'oued Bouroumi, situé en amont du périmètre. La capacité du barrage est de 188 Hm³.

Le volume régularisé de 98 Hm³ sera obtenu par les apports propres du bassin versant de l'Oued Bouroumi et les volumes dérivés de l'Oued Harbil de l'Oued Chiffa ainsi que l'Oued Djer. Le volume régularisé est destiné à irriguer tout le périmètre de la Mitidja Ouest, Tranche I et une majeure partie de la Tranche II. Le volume stocké actuellement (en année moyenne) est donc insuffisant pour assurer les besoins des périmètres irrigués à l'aval et ce d'autant plus qu'une partie de la réserve est désormais affectée aux besoins de l'AEP d'Alger.

Le premier point qu'on juge essentiel dans ce choix est que toutes les familles qui y vivent ont une relation directe ou indirecte avec l'agriculture, ce qui fait que cette activité est un élément essentiel de survie et la durabilité des ressources naturelles dans le périmètre, entre autre les ressources hydriques est un élément primordial pour maintenir une activité vitale à un seuil de rentabilité appréciable. Notre choix s'est porté sur ce périmètre. C'est d'abord un périmètre récent est très peu étudié en matière d'adoption de l'irrigation localisée.

Mode d'irrigation	Pourcentage (%)
Gravitaire	91,65
Aspersion	6,68
Goutte à goutte	1,67
Total	100,00

Tableau 3.1- Les différents modes d'irrigation dans la région Mitidja Ouest I

Source : Akli ,2007

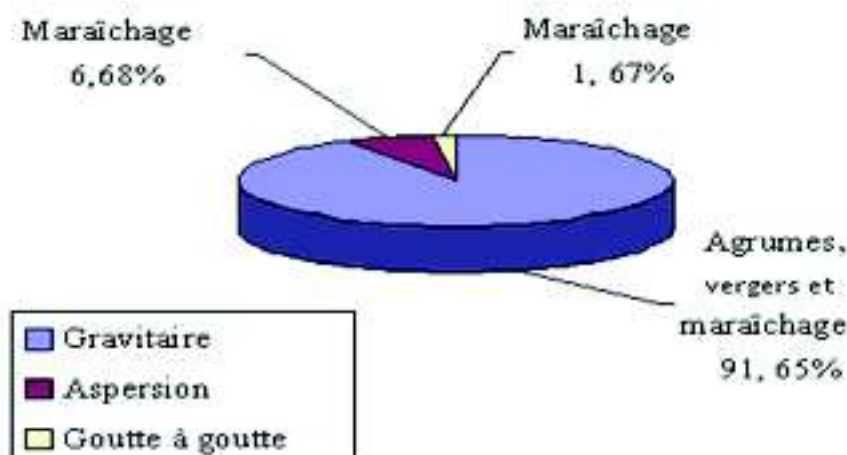


Figure 3.3- Les modes d'irrigation dans la région de Mitidja Ouest I

Source : Akli ,2007

Du fait de la mise en eau récente de la tranche 2 et du faible nombre de souscriptions au réseau collectif qui la caractérise, notre choix du terrain d'étude a été limité à la superficie couverte par le périmètre irrigué de la tranche 1, qui représente un territoire de 10 000 ha environ, et qui est le principal consommateur de l'eau distribuée par l'ONID.(Imach ,2008)[4].

3.2 Les caractéristiques de l'échantillon

Avant d'entreprendre l'estimation du modèle économétrique sur l'adoption de l'irrigation localisée, il convient de s'attarder quelque peu sur la répartition de l'échantillon et des grandes caractéristiques individuelles des répondants. Il est tout à fait évident que l'étude de l'adoption de l'irrigation localisée nous suggère une présentation descriptive quant à l'utilisation des équipements d'économie d'eau dans l'échantillon sélectionné.

L'analyse de l'adoption s'est faite en fonction de plusieurs variables à savoir : l'accès à l'eau par un forage, la SAU, appartenance aux organisations paysannes, l'âge, la taille de l'exploitation, le niveau d'instruction ...etc.L'échantillon de l'étude a été composé de 117 exploitants. Les caractéristiques des enquêtés sont présentées comme suit :

3.2.1 Adoption de l'irrigation localisée par l'échantillon

Sur les 117 exploitations enquêtées, seulement 40 utilisent l'irrigation localisée soit 34,20 % des agriculteurs.

Technique d'irrigation	Fréquence d'utilisation	Fréquence d'utilisation en (%)
Goutte à goutte	40	34,20 %
Gravitaire	104	89,00 %
Aspersion	12	10,30 %

Tableau 3.2 -Fréquence d'utilisation des techniques d'irrigation.

Source : Résultats de l'enquête 2010

Le système d'irrigation le plus utilisé est l'irrigation gravitaire avec une fréquence d'utilisation de 89 %. L'irrigation avec le système goutte-à-goutte représente 34,2 %, utilisée pour les cultures sous serre et l'arboriculture fruitière, commence à être utilisée depuis quelques années, notamment avec la politique d'encouragement du PNDA qui a subventionné, entre autres, ce type de matériel réputé être économe en eau. L'irrigation par aspersion représente 10,30 % utilisé pour les cultures maraîchères de plein champ.

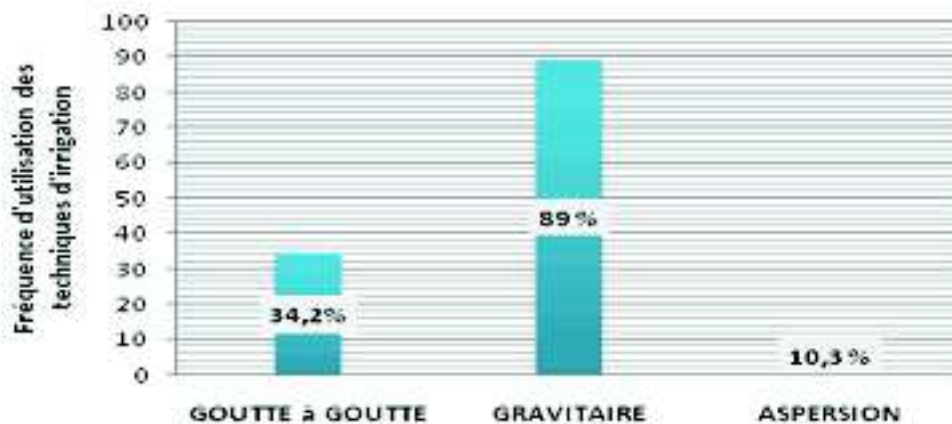


Figure 3.4- Fréquence d'utilisation des techniques d'irrigation.

Source : Résultats de l'enquête 2010

3.2.2 Répartition des exploitations par mode d'accès à l'eau

Dans le but d'assurer la concrétisation d'une approche théorique concernant l'adoption de l'irrigation localisée. Les données utilisées dans cette étude ont été collectées au cours d'une enquête effectuée dans le courant de l'année 2010 auprès des agriculteurs de la zone. Cette enquête établie préalablement pour répondre aux exigences en termes de base de données, s'est adressée à un échantillon de 117 agriculteurs tirés d'une manière aléatoire.

Le mode d'accès à l'eau	Nbre d'exploitant	Pourcentage
Forage	54	46,15
Barrage	3	2,55
Forage & Barrage	60	51,30
Total	117	100

Tableau 3.3-Répartition des exploitations par mode d'accès à l'eau

Source : Résultats de l'enquête 2010

A cause des dysfonctionnements que connaît le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I en matière de distribution d'eau du réseau d'irrigation public, et face à une demande en eau potable sans cesse croissante et prioritaire, les exploitations ne reçoivent qu'une faible partie de l'eau qui leur est destinée. En effet, on rencontre dans le périmètre

irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I principalement trois modes d'accès à l'eau : les forages, le barrage, les forages et le barrage. Le problème de la ressource en eau dans le périmètre est très significatif, le réseau public reste une source peu chère mais incertaine.

Cette situation a obligé 46,15 % des exploitants à utiliser leur propres forage bien que ce soit interdit, pour assurer une sécurité et une autonomie d'accès à l'eau, cela malgré les charges très élevés du mètre cube d'eau pompé. Par conséquent, la plupart de l'eau d'irrigation provient des forages individuels. Même dans la zone desservie habituellement par le réseau public, les agriculteurs réalisent des forages pour se prémunir contre le manque d'eau et sa distribution aléatoire.

3.2.2.1 L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec le mode d'accès à l'eau

En réponse à l'hypothèse sur l'accès à l'eau, on constate du tableau 3.4 que la ressource de l'eau de l'exploitation ne constitue pas forcément un facteur significatif pour la prise de décision en matière d'adoption de l'irrigation localisée. Les analyses de corrélation bivariée (Annexe 4) ont montré que la ressource en eau des exploitations agricoles n'a pas de relation significative quant à l'adoption de l'irrigation localisée. L'infirmité de cette hypothèse sera confirmée lorsqu'on aborde les résultats de l'estimation du modèle *Logit binomial*.

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

Tableau 3.4-L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec le mode d'accès à l'eau

Source : Résultats de l'enquête 2010

3.2.3. Répartition des exploitations par taille

La taille des exploitations est moyenne (avec une taille moyenne de 19,95 ha) . Mais cette moyenne présente une forte variabilité (l'écart type de la variable taille est de 16,003). De plus, la taille semble se distribuer suivant une gaussienne, comme le montre la figure 3.5.

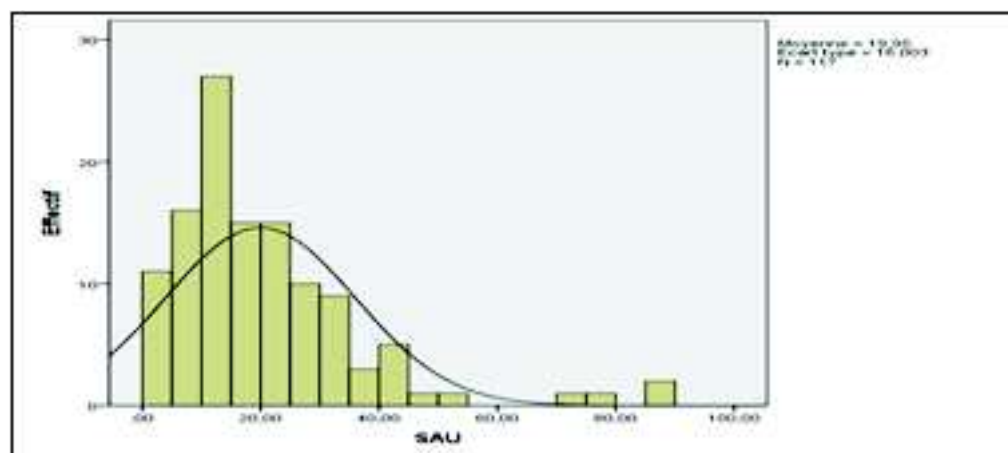


Figure 3.5 - Distribution de la SAU

Source : Résultats de l'enquête 2010

La superficie agricole utile de notre échantillon est de 2334,24 ha sur une superficie totale du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest tranche I estimé à 10 000 ha environ. La majorité des exploitations appartiennent à la classe 10 à 20 ha comme le montre le tableau 3.5.

Classe de taille	Nbre	(%)	SAU (Ha)	(%) SAU	SAUI GTG	(%)SAUI GTG
[0, 10[	27	23	149.60	6.40	20.50	13,70
[10, 20[	42	36	566.18	24.27	47.26	8.34
[20, 30[	25	21,4	588.20	25.19	26.00	4.42
[30, 40[	12	10,2	398.50	17.06	27.50	6.90
[40, 50[	6	5,1	254.96	10.91	3.50	1.37
≥50	5	4,3	376.80	16.13	18	4.77
TOTAL	117	100	2334.24	100	142.76	6.11

Tableau 3.5 - Répartition des exploitations de l'échantillon par classe de taille selon la SAU

Source : Résultats de l'enquête 2010

Le taux de l'adoption de l'irrigation localisée varie considérablement d'une exploitation à une autre et ceci est en étroite liaison avec la SAU, dans les exploitations à grande taille, on enregistre des taux d'adoption trop faible. Ce faible taux d'adoption est du essentiellement à la présence des cultures céréalières dans les grandes exploitations qui sont inadéquates pour être irriguées par l'irrigation localisée.

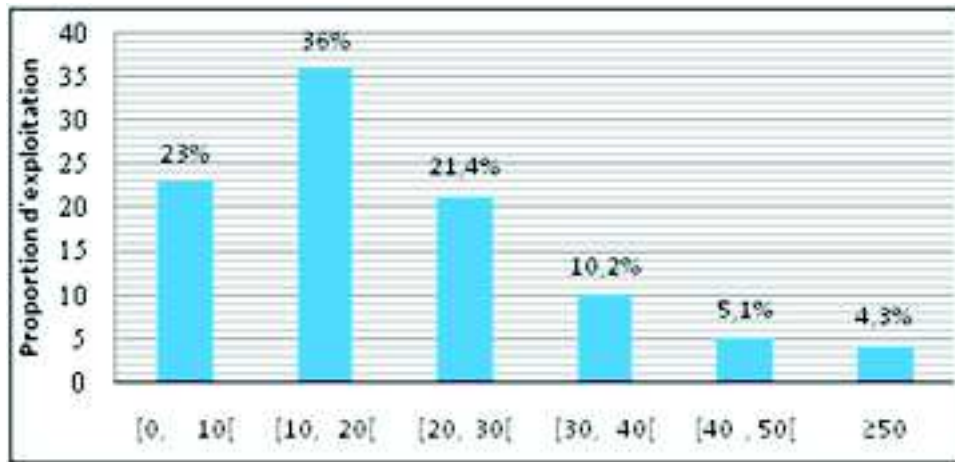


Figure 3.6- La distribution des exploitations selon la classe de SAU

Source : Résultats de l'enquête 2010

3.2.3 .1 L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec la taille

En réponse à l'hypothèse sur la taille, on constate du tableau 3.6 que la taille de l'exploitation ne constitue pas forcément un facteur significatif pour la prise de décision en matière d'adoption de l'irrigation localisée.

Classe de SAU	Fréquence	Adoptants	(%)	Non Adoptants	(%)
[0, 10[	27	11	9,40	16	13,67
[10, 20[	42	15	12,82	27	23,07
[20, 30[	25	8	6,83	17	14,52
[30, 40[	12	4	3,42	8	6,83
[40, 50[	6	1	0,85	5	4,27
≥50	5	1	0,85	4	3,41
Total	117	40	34,20	77	65,80

Tableau 3.6- L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec la taille

Source : Résultats de l'enquête 2010

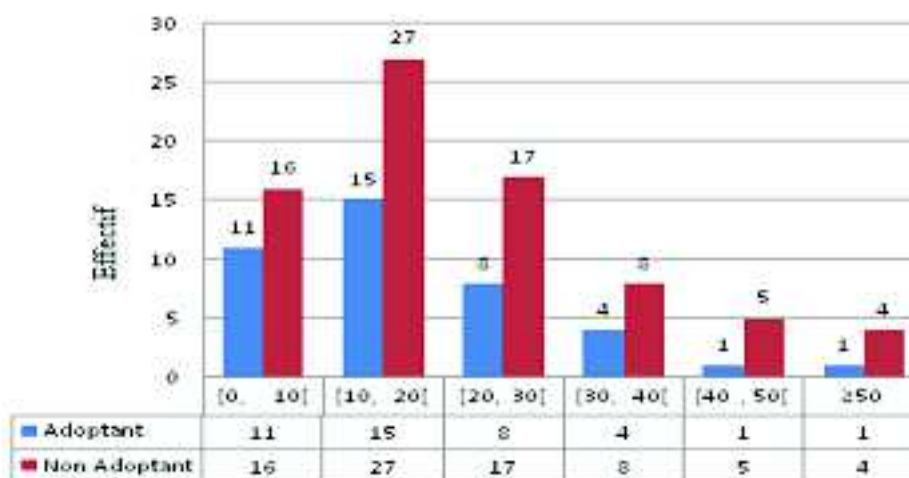


Figure 3.7- L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec la SAU

Source : Résultats de l'enquête 2010

Il est à signaler également, que le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I est en phase de conversion vers l'agriculture intensive, et l'investissement en matériel d'irrigation localisée est à son début, l'une des motivations qui a encouragé notre étude. Les agriculteurs de la Mitidja Ouest sont plutôt en phase d'adaptation avec cette nouvelle technologie d'irrigation.

Les analyses de corrélation bivariée (Annexe 4) ont montré que la taille des exploitations agricoles n'a pas de relation significative quant à l'adoption de l'irrigation localisée. Par contre le revenu agricole total, le rapport surface par actif, pourront constituer des indicateurs plus explicatifs que la taille d'exploitation en terme de superficie.

3.2.4 Répartition des superficies cultivées selon les spéculations végétales

Les cultures pratiquées dans le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I se concentrent à l'arboriculture avec une prédominance des agrumes, suivie des cultures céréalières.

Culture	Superficie (ha)	(%) Superficie
Céréales	788,00	34 %
Arboriculture	1344,40	57 %
Agrumes	929,00	40 %
Verger	405,40	17%
Vigne	49,00	2%
Cultures maraîchères	162,84	7%
Maraîchère sous serre	35,84	1%
Maraîchère plein champ	127,00	6 %
Total	2334,24	100 %

Tableau 3.7 -Répartition des superficies cultivées selon les spéculations végétales.

Source : Résultats de l'enquête, 2010



Figure 3.8 -Répartition des superficies cultivées selon les spéculations végétales.

Source : Résultats de l'enquête, 2010

La vocation agricole du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I est ancienne. Les vergers agrumicoles existaient déjà. Les orientations des politiques de l'Etat en matière de développement agricole ont maintenu cette vocation tout en incitant au renouvellement des vergers. Le plan national de développement agricole est venu consolider cette vocation en encourageant par des fonds de soutien à développer des jeunes plantations. Les cultures dominantes dans le périmètre de la Mitidja Ouest Tranche I, qui correspondent à l'ensemble de la région de la Mitidja-ouest, sont les agrumes, les céréales et l'arboriculture fruitière.

Les résultats de l'enquête montrent une orientation à dominante agrume -céréale avec 40% et 34% respectivement, figure 3.8. La seule forme de conversion vers une intensification est traduite par la présence des cultures maraîchères et la plasticulture, c'est de même vers l'adoption de l'irrigation localisée.

3.2.4.1 L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec le type de cultures pratiquées

Le type de cultures peut influencer négativement ou positivement la prise de décision d'adoption de l'irrigation localisée. Pour vérifier nos hypothèses, des analyses descriptives et économétriques sont menées. Les analyses de corrélation bivariée (Annexe 4) ont montré

que la variable type de cultures pratiquées est statistiquement significative, l'irrigation localisée est fortement pratiquée pour l'arboriculture fruitière et le maraîchage sous serre.

Tableau 3.8 - Répartition de la superficie en sec, en irriguée et par culture

Répartition de la superficie en en sec et en irriguée	Ha	Part (%)
Superficie Totale	2334,24	100
Superficie en sec	837	35,85
Superficie en irriguée	1497,24	64,15

Source : Résultats de l'enquête, 2010

Tableau 3.9-Répartition de la superficie en irriguée par système d'irrigation

	Ha	Part(%)
Superficie en irriguée	1497,24	100 %
Superficie en gravitaire ou surface	1246,98	83,30
Superficie en Aspersion	107,50	7,20
Superficie par goutte à goutte	142,76	9,53
Superficie totale irriguée par goutte à goutte	142,76	9,53
Arboriculture fruitière	115,00	6,68
Maraîchage sous serre	27,76	1,85

Source : Résultats de l'enquête, 2010

L'irrigation est pratiquée par le système gravitaire soit 83.30 % de la superficie irriguée .Les techniques d'arrosage utilisées sont des méthodes d'irrigation en surface. Le système de distribution dominant est la *seguia* . Comme il s'agit de l'arboriculture et du maraîchage, la méthode la plus courante est l'irrigation par rigoles. L'irrigation par aspersion et localisée commencent à faire son apparition dans le périmètre, concernant l'aspersion, il représente 7.20 % de la superficie irriguée et enfin 9.50 % par l'irrigation localisée. Nous avons constaté que plusieurs systèmes d'irrigations peuvent être combinés selon les cultures pratiquées par un même agriculteur (Figure 3.9).

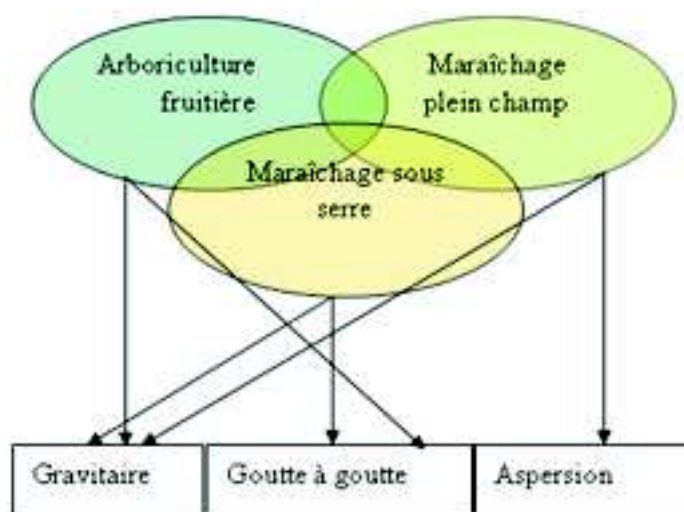


Figure 3.9- Techniques d'irrigations par type de culture

Source : Résultats de l'enquête, 2010

3.2.5. Répartition des exploitations par la subvention

Le tableau 3.10, nous montre que 109 agriculteurs soit 93.20 % de l'échantillon n'ont pas accès à la subvention en matériel d'irrigation localisée qui peut s'expliquer en majorité par les conflits internes dans les EAC (42 % des EAC enquêtées sont divisées soit 71 exploitations) qui induisent le partage des terres posent un problème de communication et d'absence de responsabilité collective vis-à-vis de l'administration. Effectivement, le chef de l'EAC, qui est le seul à posséder un acte administratif d'exploitation de la terre, est l'unique interlocuteur officiel de l'administration.

Cependant, vu que chacun travaille individuellement sa part ou bien louer à un locataire, le chef de groupe ne peut plus assumer sa fonction de représentant. De plus, il faut la signature de tous les membres de l'EAC pour toute initiative d'investissement (prêts bancaires, subventions,...), ce qui se fait rarement à cause des problèmes relationnels fréquents entre les membres de l'EAC.

Subvention	Fréquence	Fréquence (%)
Absence de subvention	104	88,88
Subvention	13	11,12
TOTAL	117	100

Tableau 3.10- La répartition des agriculteurs par subvention de l'irrigation localisée

Source : Résultats de l'enquête 2010

3.2.5.1 L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec la subvention

L'adoption de l'irrigation localisée en Algérie, fait l'objet d'un encouragement considérable par l'Etat, elle bénéficie alors des subventions qui peuvent aller jusqu'à 40 % (Annexe 6, Tableau 1,2) de l'investissement en économie d'eau. En utilisant la subvention comme élément principal d'encouragement, l'Etat a ciblé la capacité de financement de l'agriculteur, en essayant d'alléger l'investissement en économie d'eau mais il paraît que cet élément à lui seul ne peut pas promouvoir l'adoption ou du moins il ne s'adapte pas à la situation réelle de tous les types d'exploitations.

Toutefois, des contraintes peuvent limiter l'accès à ces subventions telles que la division des exploitations agricoles collective et la tenure foncière (présence de locataires), dans l'échantillon sélectionné 6.8 % des exploitants adoptant l'irrigation localisée par le biais de la subvention, tableau 3.11. Les analyses de corrélation bivariée (Annexe 4) ont montré que la subvention à l'irrigation localisée encourage les agriculteurs à investir dans cette technique.

Subvention	fréquence	Adoptants	(%)	Non adoptants	(%)
Adoptants avec subvention	8	8	6.8	0	0
Adoptants sans subvention	109	32	27.40	77	65.80
Total	117	40	34,20	77	65,80

Tableau 3.11- L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec la subvention

Source : Résultats de l'enquête 2010

3.2.6. La répartition des agriculteurs par vulgarisation de l'irrigation localisée

En l'absence de toute vulgarisation, il n'est pas étrange de trouver 108 agriculteurs, soit 92, 30 % de l'échantillon comme le montre le tableau 3.12, ils n'ont jamais reçu des visites-

conseils concernant l'irrigation localisée. Durant le déroulement de l'enquête plusieurs agriculteurs affirment qu'ils ne maîtrisent pas parfaitement l'irrigation localisée surtout lorsqu'il s'agit des données concernant la durée d'irrigation, la pression au niveau des vannes et le dosage des fertilisants.

Vulgarisation	Fréquence	Fréquence (%)
Absence de vulgarisation	108	92,30
Vulgarisation	9	7,70
Total	117	100

Tableau 3.12- La répartition des agriculteurs par vulgarisation de l'irrigation localisée

Source : Résultats de l'enquête 2010

3.2.6.1. L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec la vulgarisation

Le tableau 3.13 de correspondance montre que la vulgarisation de l'irrigation localisée peut avoir une influence positive sur le comportement des agriculteurs quant à l'adoption de l'irrigation localisée. Il paraît que sur les neuf agriculteurs qui ont reçu des visites plus fréquentes de la part des vulgarisateurs et pour plus de précision ces dernières sont de Statut juridique EAC unie ont adopté cette technologie économe en eau. Cette affirmation est renforcée lorsque l'estimation de modèle *Logit binomial* est abordée.

Vulgarisation	fréquence	Adoptants	(%)	Non adoptants	(%)
Vulgarisation	9	9	7,70%	0	0
Absence de vulgarisation	108	31	26,50%	77	65,80
TOTAL	117	40	34,20	77	65,80

Tableau 3.13 - L'adoption de l'irrigation localisée avec la vulgarisation

Source : Résultats de l'enquête 2010

On trouve 31 agriculteurs soit 26,50 % de l'échantillon déclarent avoir des informations sur l'utilisation et les gains qu'elle procure cette technique mais nous constatons qu'il y a un sous équipement en matière de filtration pour les cultures sous serres et l'arboriculture, absence totale ou bien l'inadéquation de degrés de filtration des filtres avec les gaines pour contrecarrer les différents colmatages possibles ainsi que les doseurs de fertilisants, tous cela, peut remettre en cause cette technique d'irrigation réputée économe en eau et fertilisants. Par contre, les neuf (09) agriculteurs soit 7,70 % de l'échantillon ont plus ou moins des stations de filtration ainsi que des injecteurs d'engrais de type Venturi.

3.2.7 La répartition des agriculteurs par adhésion à une association des irrigants

Concernant l'organisation sociale des agriculteurs autour de l'eau, une association des irrigants de la Mitidja Ouest Tranche I a été créée en 1994. Notre enquête a révélé que les agriculteurs ne sont pas impliqués dans une démarche collective, celle d'adhérer à l'association des irrigants pour participer au règlement des problèmes et des conflits qu'ils peuvent avoir notamment avec ONID.

Le tableau 3.14 montre que 93.16 % des exploitations ne sont pas impliquées dans une démarche collective. Ceci a laissé la place à l'alternative individuelle pour garantir l'accès à l'eau, soit à partir des forages. Les motifs qui peuvent expliquer la non adhésion

à l'association des irrigants sont principalement l'éloignement et la crédibilité, le manque d'information et de sensibilisation et d'intérêt.

Adhésion	Fréquence	Fréquence (%)
adhésion	8	6,83
Non adhésion	109	93,16
TOTAL	117	100

Tableau 3.14-La répartition des agriculteurs par adhésion à une association des irrigants

Source : Résultats de l'enquête 2010

3.2.7.1 L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec l'adhésion à l'association des irrigants

On constate du tableau 3.15, que l'adhésion de l'exploitant à une association des irrigants ne constitue pas forcément un facteur significatif pour la prise de décision en matière d'adoption de l'irrigation localisée. Cette affirmation est renforcée lorsque l'estimation de *modèle Logit binomial* est abordée.

Adhésion	fréquence	Adoptants	(%)	Non adoptants	(%)
Non Adhérent	109	38	32,50	71	60,68
Adhérent	8	2	1,70	6	5,12
Total	117	40	34,20	77	65,80

Tableau 3.15-L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec l'adhésion à l'association des irrigants

Source : Résultats de l'enquête 2010

3.2.8 Répartition des agriculteurs selon l'âge

Dans les exploitations agricoles de la Mitidja Ouest Tranche I, l'âge des agriculteurs est très variable. Le plus jeune des agriculteurs a l'âge de 39 ans et le plus âgé a 77 ans. L'âge des agriculteurs enquêtés est avancé, avec un âge moyen de 55,68 ans. Mais cette moyenne présente une variabilité (l'écart type de la variable âge est de 8,31). De plus, l'âge semble se distribuer suivant une gaussienne, comme le montre la figure 3.10.

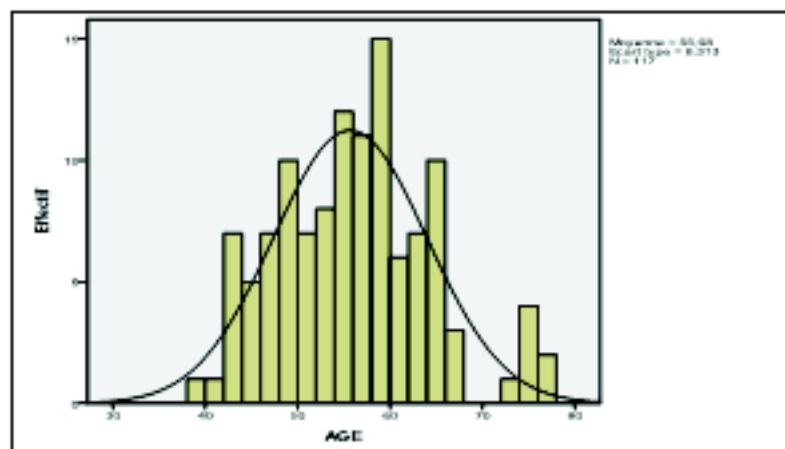


Figure 3.10-Distribution de l'âge

Source : Résultats de l'enquête 2010

Les différences d'âges des exploitants dans les EAC ont posé un problème d'entente et ont provoqué des conflits entre les attributaires. Plusieurs EAC ont subi des éclatements sur un simple procès verbal établi entre le groupe sans l'avis de l'administration étant donné que cela est antiréglementaire. Il est admis que les individus les moins âgés sont plus sensibles aux nouveautés techniques et plus exposés à accepter les changements que les plus âgés, très difficilement influençables car aguerris et façonnés par des années de réflexes conditionnés.

Les agriculteurs enquêtés se caractérisent par un âge relativement avancé puisque 73,50 % d'entre eux (86 enquêtés) dépassent la cinquantaine, un âge où l'individu est difficile à accepter les changements. Les moins jeunes (30-50 ans) représentent une frange composée de 31 individus soit 26% de l'échantillon, alors que la catégorie des plus vieux se restreint à 33 agriculteurs soit 28,20% de l'échantillon. Tableau 3.16

Classe d'âge	Fréquence	Fréquence (%)
[30, 40[	1	0,85
[40, 50[	30	25,65
[50, 60[	53	45,30
≥60	33	28,20
TOTAL	117	100

Tableau 3.16 - la répartition des agriculteurs par classe d'âge

Source : Résultats de l'enquête 2010

Cette répartition globale selon l'âge semble influencer l'adoption de l'irrigation localisée ainsi que le tableau 3.16 montre que l'âge des agriculteurs est un facteur limitant l'adoption de l'irrigation localisée.

3.2.8.1 L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec l'âge

En réponse à l'hypothèse sur l'âge, on constate du tableau 3.17, que l'âge de l'exploitant peut constituer un facteur significatif pour la prise de décision en matière d'adoption de l'irrigation localisée

Age	Fréquence	Adoptant	(%)	Non adoptant	(%)
[30, 40[	1	1	0,85	0	0
[40, 50[	30	25	21,36	5	4,27
[50, 60[	53	13	11,11	40	34,20
≥60	33	1	0,85	32	27,35
TOTAL	117	40	34,20	77	65,80

Tableau 3.17-L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec l'âge

Source : Résultats de l'enquête 2010

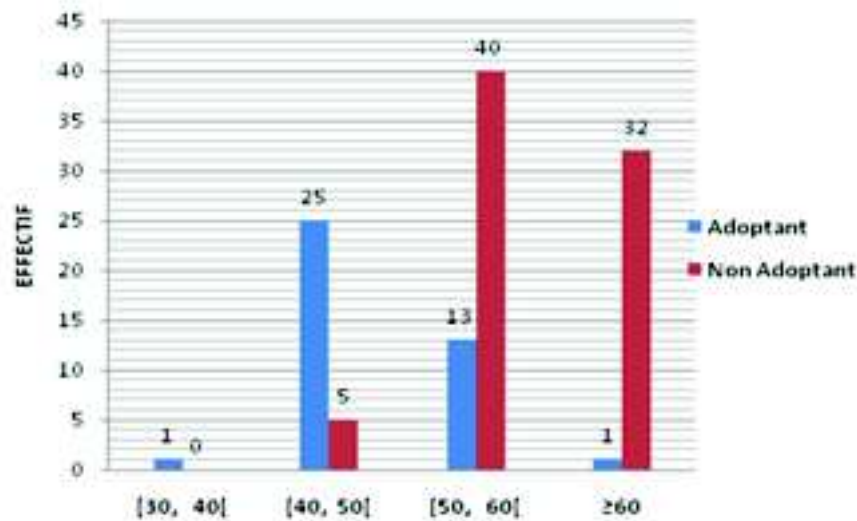


Figure 3.11- L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec l'âge des agriculteurs

Source : Résultats d'enquete 2010

L'âge des agriculteurs est un facteur limitant de l'adoption de l'irrigation localisée. Il ressort du calcul des tendances générales une certaine atonie des agriculteurs les plus âgés. Le taux d'innovation moyen passe de 21 % chez les agriculteurs de la classe d'âge [40, 50[à 10 % chez les agriculteurs de la classe d'âge de [50, 60[pour achever à 1% chez les plus ou égal à 60 ans.

3.2.9. Répartition des agriculteurs selon le niveau d'instruction

L'analyse du profil des adoptants ne peut ignorer le rôle du capital humain que cette analyse se propose d'apprécier à travers l'impact de l'éducation sur le comportement d'adoption des nouvelles technologies.

Le tableau 3.18 qui présente les niveaux d'étude des agriculteurs enquêtés montre que l'échelon scolaire le plus fréquemment rencontré chez les agriculteurs du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I, est le niveau analphabète avec 58 enquêtés sur un total de 117 soit 49,60 % ce qui augure de prime abord, d'une acceptation difficile des innovations techniques qui pourraient être proposées dans un cadre "administratif". Le niveau primaire est tout aussi important puisque 29 enquêtés ont déjà fréquenté l'école primaire soit 24,80 % de l'échantillon. Dans une moindre proportion, se retrouvent 19 agriculteurs ayant déjà fréquenté le lycée, alors que 3 sont des diplômés universitaires.

Niveau d'instruction	Fréquence	Fréquence (%)
Analphabète	58	49,60
Primaire	29	24,80
Moyen	8	6,80
Secondaire	19	16,24
Supérieur	3	2,56
TOTAL	117	100

Tableau 3.18-Niveau d'instruction des agriculteurs de l'échantillon

Source : Résultats de l'enquête 2010

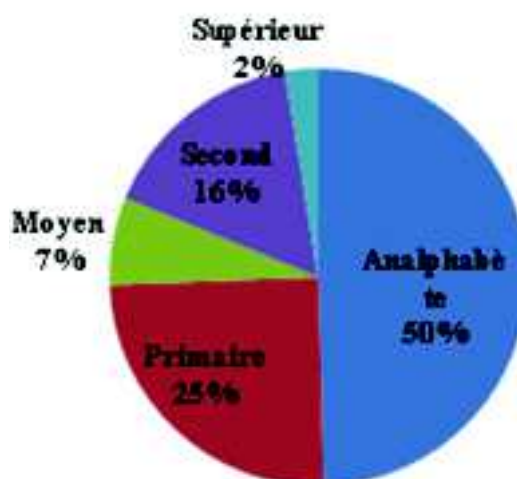


Figure 3.12-Répartition des agriculteurs selon le niveau d'instruction

Source : Résultats de l'enquête 2010

3.2.9.1 .L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec le niveau d'instruction

Il apparaît que le niveau d'instruction influe sur l'adoption de l'irrigation localisée ainsi que le tableau 3.19, montre que le niveau d'instruction peut avoir une influence positive sur le comportement des agriculteurs quant à l'adoption de l'irrigation localisée. Il apparaît que ceux qui ont un niveau moyen, secondaire et supérieur ont une probabilité d'adoption de l'irrigation localisée est de plus élevées que ceux de niveau primaire et analphabète.

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

Tableau 3.19-L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec le niveau d'instruction

Source :Résultats d'enquête, 2010

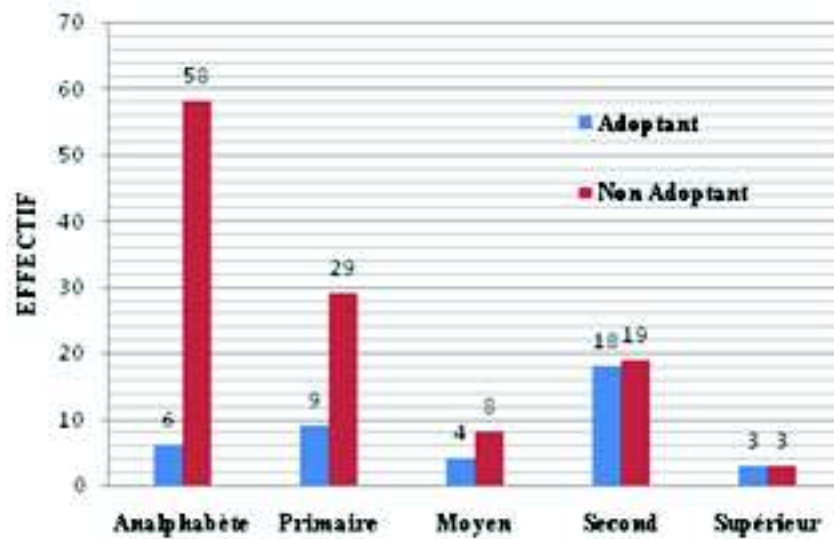


Figure 3.13-L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec le niveau d'instruction

Source : Résultats d'enquête, 2010

Le niveau d'instruction est un facteur qui plaide en faveur de l'adoption de l'irrigation localisée car la figure 3.19, montre une tendance ascendante de nombre d'adoptants avec l'accroissement du niveau d'instruction des enquêtés.

3.2.10. La répartition des agriculteurs selon le statut juridique

Le tableau 3.20 résume les différentes exploitations sur lesquelles l'enquête a porté. Vu que la plaine de la Mitidja était des terres coloniales en grande majorité, à l'indépendance la plupart de ces terres revenaient à l'Etat. Dans notre périmètre d'étude, sur les 117 exploitations enquêtées, 90,60 % sont des EAC/EAI avec une large majorité d'EAC (84,6%) Les exploitations privées ne représentent que 9,4% du nombre total d'exploitations de l'échantillon.

Dans le périmètre de la Mitidja Ouest Tranche I, la question foncière demeure de près la première contrainte qui conditionne la relance du processus de développement de l'agriculture et qui limite l'engagement des agriculteurs dans l'investissement. Le tableau 3.20, montre que 84,60 % des exploitations agricoles enquêtées sont des EAC, ce type d'exploitation est en dégradation continue dû aux éclatements internes permanents, notre enquête a révélé que 60,60 % des EAC enquêtées sont morcelées en parts individuelles et familiales.

Statut de l'exploitation	Nombre	Pourcentage
EAC	99	84,60
EAC DIVISEE	71	60,60
EAC UNIE	28	24,00
EAI	7	6,00
EAP	11	9,40
TOTAL	117	100

Tableau 3.20-Répartition des exploitations agricole selon le statut juridique

Source : Résultats d'enquête, 2010

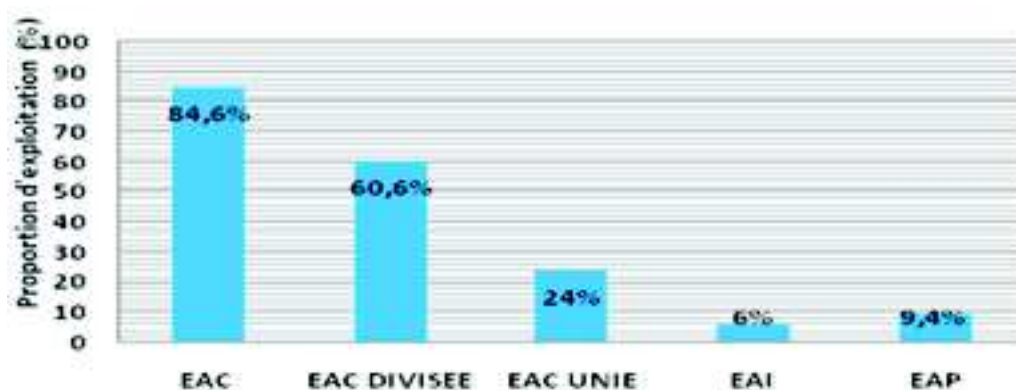


Figure 3.14 - Répartition des exploitations, selon leur statut juridique

Source : Résultats d'enquête, 2010

Le mode de gestion des exploitations varie selon les connaissances des agriculteurs, les objectifs qu'ils se fixent et les moyens dont ils disposent. Chaque exploitation agricole possède des éléments essentiels qui la caractérisent dans sa structure, son organisation. Toutefois, l'objectif de tout agriculteur est d'arriver à un revenu agricole capable de rémunérer correctement les facteurs engagés dans le processus de production, tout en utilisant rationnellement les ressources disponibles.

3.2.10.1 L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec le statut juridique de l'exploitation

En réponse à l'hypothèse sur le statut juridique EAC unie, on constate du tableau 3.21 que le statut de l'exploitation agricole collective unie ne constitue pas forcément un facteur significatif pour la prise de décision en matière d'adoption de l'irrigation localisée.

Statut de l'exploitation	Nombre	Adoptant	(%)	Non Adoptant	(%)
EAC	99	31	26,50	68	58,11
EAC DIVISEE	71	22	18,80	49	41,88
EAC UNIE	28	9	7,69	19	16,23
EAI	7	4	3,41	3	2,56
EAP	11	5	4,27	6	5,12
Total	117	40	34,20	77	65,80

Tableau 3.21- L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec le statut de l'exploitation

Source : Résultats d'enquête, 2010

Cette répartition globale selon le statut juridique ne semble pas influencer l'adoption de l'irrigation localisée. Cette affirmation est renforcée lorsque l'estimation de modèle *Logit binomial* est abordée. Les analyses de corrélation bivariée (Annexe 4) ont montré que le statut juridique des exploitations agricoles n'a pas de relation quant à l'adoption de l'irrigation localisée.

3.2.11. La répartition des agriculteurs selon le coût de l'investissement en matériel d'irrigation localisée

Les agriculteurs enquêtés sur le terrain trouvent que le coût élevé en équipement d'irrigation localisée est une cause de leur réticence à l'adoption de ces dernières. 56 agriculteurs, soit 47.86% déclarent le coût élevé de l'investissement en équipement d'irrigation localisée (Tableau 3.22). En outre malgré que l'Etat actuellement subventionne ces techniques reste le taux de la subvention est élevé, l'agriculteur actuellement contribue avec plus de 30 % pour avoir les équipements d'irrigation localisée.

Statut de l'exploitation	Nombre	Pourcentage
Coût élevé de l'investissement	56	47,86
Pas de problème de coût	61	52,14
TOTAL	117	100

Tableau 3.22 - La répartition des agriculteurs en rapport avec le coût de l'investissement

3.2.11.1 L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec le coût de l'investissement

Le tableau 3.23 de correspondance, montre que le coût de l'investissement peut avoir une influence négative sur le comportement des agriculteurs quant à l'adoption de l'irrigation localisée. Le coût de l'investissement peut retarder l'adoption de l'irrigation localisée. Les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte nécessitent des investissements lourdes et des équipements hydrauliques spécifiques (bassin, station tête, pompe, réseau goutte à goutte).

Ils tendent à devenir plus chers dans leur première phase d'investissement que les systèmes d'irrigation superficielle. Le coût de l'investissement d'un hectare de l'irrigation localisée est estimé à 220600.00 DA sans la construction du bassin d'accumulation ni la station de pompage pour l'arboriculture fruitière et à 25822.00 DA pour une serre de 400 m³ et enfin 200 000.00 DA pour un ha de maraîchage plein champ (Annexe 7, tableau 1, 2,3). Un bassin d'accumulation de 100 m³ revient à 500 000 DA. (Salhi et Bédrani, 2007)[25].

Coût de l'investissement	fréquence	Adoptants	(%)	Non adoptants	(%)
Coût élevé de l'investissement	56	6	5,13	50	42,73
Pas de problème coût	61	34	29,05	27	23,07
Total	117	40	34,20	77	65,80

Tableau 3.23 - L'adoption de l'irrigation localisée en rapport avec le coût de l'investissement

Source : Résultats de l'enquête 2010

3.3 Description des caractéristiques des variables

La description statistique de ces variables est donnée par le tableau 3.24, nous pouvons ainsi voir la transformation qu'ont dû subir certaines d'entre elles pour passer de variables multiples à des variables dichotomique. Les catégories des variables présentées sont généralement celles qui feront parties de nos analyses économétriques. Toutes ces variables ont été retenues grâce, d'une part aux études antérieures faites dans ce domaine et d'autres celles permettant de répondre aux hypothèses de départ. Ces catégories de variables décrites représentent certaines des grandes caractéristiques individuelles et certains évènements qui peuvent influencer l'adoption. Plusieurs facteurs peuvent

influencer l'adoption de l'irrigation localisée par les agriculteurs. Les variables retenues pour notre modèle sont décrites dans le tableau 3.24

Variables	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Céréales	117	0.00	84.00	6.7350	13.9642
Cultures sous serres	117	0.00	12.00	0.3063	1.35770
Statut EAC unie	117	0.00	1	0.2400	0.42300
Age	117	39	77	55.680	8.31300
Niveau d'instruction	117	1	5	1.970	1.20700
Vulgarisation	117	0	1	0.09	0.29300
Accès au forage	117	0	1	0.46	0.50100
Montant facture eau payé	117	0.00	161785.00	20592.885	27142.6587
Coût de l'investissement	117	0	1	0.48	0.50200
Adhésion association irrigants	117	0	1	0.07	0.25300

Tableau 3.24- Statistiques description des variables utilisés dans le modèle estimé

Source : Résultats de l'enquête 2010

Il est à signaler que le nombre initial des variables explicatives (27) a été sélectionné pour notre analyse économétrique. Mais le nombre élevé des variables explicatives a fait apparaître une forte colinéarité entre certaines variables dans cette détermination des facteurs d'adoption, on a procédé par l'estimation de l'effet brut de chaque variable, puis suite à des tests de multi-colinéarité. Ce qui explique l'élimination de quelques facteurs du modèle d'adoption on s'est résolu à ces 10 variables explicatives.

3.4 Les hypothèses du modèle d'adoption de l'irrigation localisée

Pour l'estimation de la forme fonctionnelle du modèle d'adoption de l'irrigation localisée, nous avons émis un certain nombre d'hypothèses. Ces hypothèses conçues sur la base de la littérature et des caractéristiques spécifiques des exploitations ainsi que des agriculteurs, elles sont détaillées dans le tableau 3.25.

Variables explicatives	Type de variable	Effets attendu
Cultures Céréalières	Quantitative	Négatif
Cultures maraichères sous serres	Quantitative	Positif
Statut de l'exploitation agricole collective unie	Qualitative	Positif
Age de l'exploitant	Quantitative	Négatif
Niveau d'instruction de l'exploitant	Qualitative	Positif
La vulgarisation	Qualitative	Positif
Accès à l'eau de la nappe par un forage	Qualitative	Positif
Montant du volume d'eau facturé par l'ONID	Quantitative	Négatif
Coût de l'investissement	Qualitative	Négatif
Adhésion à une association des irrigants	Qualitative	Positif

Tableau 3.25- hypothèses du modèle d'adoption de l'irrigation localisée

3.4.1 Codage des variables qualitatives

Pour des besoins de simplifications de notre décompte ainsi que leurs introduction dans le logiciel Stata/SE 10.0, nous avons procédé à un codage systématique des variables qualitatives que nous avons sélectionnées parmi les dix commodités. Les valeurs accordées aux modalités de chaque variable sont consignées dans le tableau 3.26.

Variables	Valeur du codage	
Niveau d'instruction	1 : Analphabète 2 : Primaire 3 : Moyen 4 : Secondaire 5 : Supérieur	
Statut EAC unie	1 : EAC UNIE	0 : Autres
Vulgarisation	1 : Contact fréquent	0 : Pas de contact
Accès au forage	1 : Accès forage	0 : Pas d'accès au forage
Adhésion à une association	1 : adhérent	0 : Non adhérent
Coût de l'investissement	1 : Problème de coût élevé	0 : Pas de problème de coût

Tableau 3.26-Codage des variables qualitatives prise en compte dans l'étude

3.5 Estimation du modèle logit

L'estimation du modèle de régression logistique se fait généralement par la méthode du maximum de vraisemblance. Pour cela on écrit la vraisemblance de l'échantillon. Lorsque les observations individuelles $y_i, i=1, \dots, n$, sont supposées indépendantes, cette vraisemblance s'écrit comme le produit des probabilités :

$$L(\beta_0, \beta_1) = \prod_{i=1}^n \pi_i^{y_i} (1 - \pi_i)^{1 - y_i} = \prod_{i=1}^n [P(y = 1 | x_i, \beta_0, \beta_1)]^{y_i} [1 - P(y = 1 | x_i, \beta_0, \beta_1)]^{1 - y_i} \quad (3.5.1)$$

Ensuite, on maximise cette vraisemblance par rapport aux paramètres β_0, β_1 au moyen d'un algorithme numérique. La construction d'un modèle est d'une grande importance. En effet, à partir d'un modèle décrivant nos données, nous espérons pouvoir inférer des caractéristiques de la population d'intérêt, comme par exemple : l'association entre l'âge et l'adoption de la goutte à goutte. Les variables candidates retenues ont été utilisées comme co-variables pour la régression logistique, avec comme variable dépendante « adoption de l'irrigation localisée » (code : 1 si l'individu adopte et 0 : sinon).

Notre objectif étant d'identifier les co-variables qui sont associées à l'adoption de l'irrigation localisée. L'estimation du modèle de régression logistique a été faite par la méthode du maximum de vraisemblance. Pour parvenir à identifier la contribution des facteurs ayant une incidence sur l'adoption de l'irrigation localisée, ces derniers ont été intégrés dans des modèles d'estimation par bloc. En procédant ainsi, on sera en mesure de déterminer le groupe de variables expliquant cette adoption.

Les coefficients estimés β obtenus sont essentiellement des pentes de régression. Un coefficient positif indique qu'un accroissement sur la variable indépendante accroît la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée. A l'inverse, un coefficient négatif décroît cette probabilité et conséquemment, diminue la probabilité d'occurrence de cet événement.

3.5.1 Limitations et biais

Nous allons ci-dessous passer en revue quelques problèmes courant que l'on rencontre lorsqu'on fait de la régression logistique.

3.5.1.1 Le problème de la séparabilité ou quasi-séparabilité

Un problème que l'on rencontre parfois lorsqu'on estime un modèle de régression logistique est celui de la séparabilité ou quasi-séparabilité, dans quel cas les estimateurs ne convergent pas et, en principe, le logiciel affiche un message d'erreur. Dans ce cas les résultats ne sont pas fiables et il faut rechercher la cause de la séparabilité. Stata/SE 10.0 possède un algorithme permettant de détecter le problème de séparabilité avant de lancer la routine de maximisation de la vraisemblance.

Le tableau 3.28 représente les résultats de l'estimation du modèle Logit binomial sur un échantillon de 117 exploitations agricoles du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I. La variable dépendante est la variable dichotomique traduisant le fait qu'il y a ou non adoption de l'irrigation localisée dans l'exploitation.

Globalement, le modèle est statistiquement valide. En effet, le Khi-Deux (χ^2) du modèle est de (27,49). Le pseudo- R^2 (0,7351) est satisfaisant, ce nombre mesure le gain d'information apporté par les variables exogènes par rapport à la seule connaissance des probabilités des événements. Un pseudo- R^2 assez proche de 0 signifie que le comportement des régresseurs ne change pratiquement rien sur la vraisemblance du modèle. Pour ainsi dire, un modèle est d'autant meilleur que son pseudo- R^2 est grand, c'est un indicateur de la performance du modèle.

Le pourcentage de bonne prédiction du modèle est de 94.02 %, ce pourcentage indique que dans 94.02 % de cas le modèle prédit correctement le comportement de l'exploitant agricole. Le pseudo- R^2 approxime la proportion de la variance expliquée par le modèle. C'est un indicateur de la performance du modèle. « D'un point de vue économique, la performance des modèles avec un pseudo- R^2 d'environ 0,45 est très acceptable ». (Fouzai, 2007). Toutefois, si la variation de la variable dépendante est entièrement expliquée, cela indique que l'ajout d'autres variables dans le modèle serait à toute fin pratique inutile puisqu'il ne reste plus de variance à expliquer.

3.5.2. Validation du modèle : pourcentage de bonne prédiction

La qualité d'un modèle statistique se conçoit en général sur la significativité individuelle des coefficients, sur la significativité globale du modèle au moyen des tests de vraisemblance, l'analyse des résidus et sur la puissance de discrimination de ce modèle.

Une autre manière d'évaluer le modèle est de classer les individus selon leurs probabilités prédites et la réponse observée. Tout d'abord, on fixe un seuil (le plus souvent 0,5) de probabilité au-delà duquel on considère que la réponse est positive. Ensuite, on compare la sensibilité (*sensitivity*), c'est-à-dire la proportion de réponses positives observées (*Observed Positive*) qui sont correctement classées comme positives par le modèle (*Classified Positive*), et la spécificité (*specificity*), c'est-à-dire la proportion de réponses négatives observées (*Observed Negative*) qui sont correctement classées comme négatives (*Classified Negative*).

Le pourcentage de bonne prédiction est calculé en se référant aux probabilités prédites par le modèle et les probabilités observées. Ce test est associé à une probabilité seuil de 0,5. Plus les probabilités prédites sont conformes à celles observées, on stipule que le niveau de prédiction du modèle est appréciable.

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

Tableau 3.27- le pourcentage de bonne prédiction du modèle Logit par rapport à une probabilité prédite $Pr (Y_1=0) \geq 0,5$

Source : Résultats d'enquête, 2010

3.5.2.1. Evaluation du pouvoir discriminant du modèle : sensibilité, spécificité et courbe ROC

Une autre représentation intéressante, qui illustre la bonne qualité des performances de modèle est la courbe ROC. Ces courbes représentent la proportion de vrais positifs en fonction de la proportion de faux positifs lorsque le seuil varie. Plus la courbe s'éloigne de la ligne diagonale est mieux c'est. En d'autres termes, plus la surface estimée sous la courbe (AUC : Area Under the Curve) est proche de 1 et mieux c'est une bonne qualité du score ; plus la surface est proche de $\frac{1}{2}$ (aire minimale) est pire la qualité du score. On voit dans la figure qui suit comme la courbe de ROC a visuellement une bonne allure, témoignée par l'aire sous la courbe de 0,9747. Comme indicateur de la capacité du modèle à discriminer on utilisera la courbe ROC : Du graphique ci-dessous, la surface sous la courbe est de 0,9747 % ce qui nous permet de dire que la discrimination est exceptionnelle.

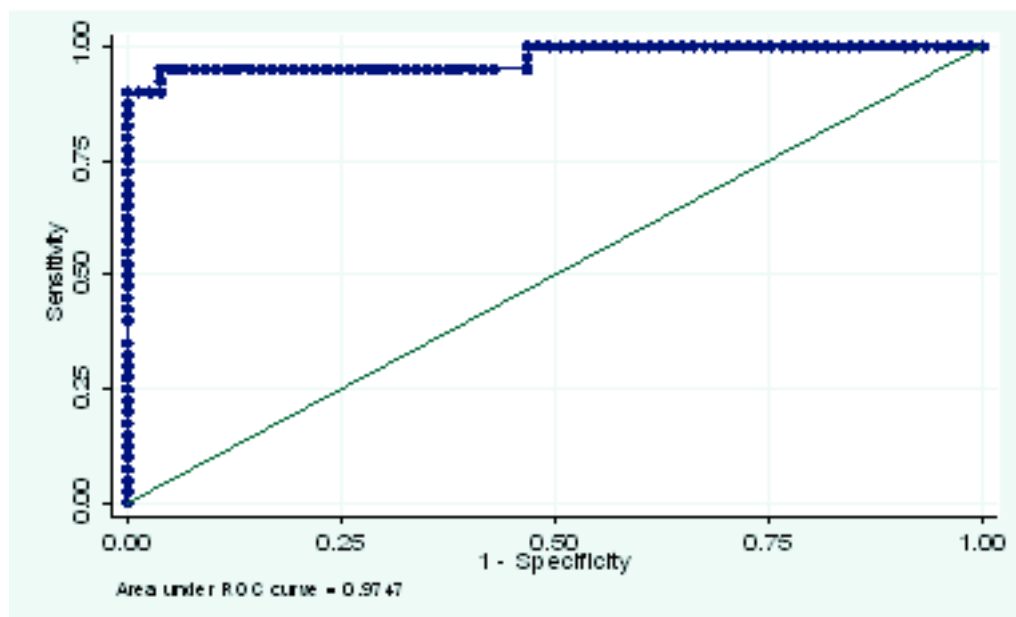


Figure 3.15- Représentation de la sensibilité en fonction de la spécificité (courbe ROC)

Source : Résultats d'enquête, 2010

Plus le tracé est courbé vers le coin en haut à gauche du graphique, meilleure est la prédiction. Un modèle sans pouvoir de prédiction aurait une courbe tracée à 45° qui se confondrait alors avec la diagonale sur le graphique.

3.5.3. Présentation et interprétation des résultats du modèle *Logit*

L'étude des facteurs de l'adoption de la technologie d'économie d'eau a été menée à partir des données d'enquêtes réalisées dans le périmètre de la Mitidja Ouest Tranche I. L'échantillon ainsi constitué a permis de procéder à une étude économétrique d'adoption par test d'un modèle à variables qualitatives *Logit*. Les données ont été estimées avec le logiciel Stata/SE 10.0.

Les principaux résultats des estimations sont résumés dans le tableau 3.28. Les variables présentées dans le tableau sont les variables retenues pour l'estimation du modèle *Logit* de l'adoption de l'irrigation localisée dans notre échantillon. Dans ce qui suit, la significativité des variables sera analysée et la comparaison de leurs à nos attentes sera conduite. Ces résultats indiquent que les variables qui sont caractéristiques de l'adoption de l'irrigation localisée sont : l'âge, les cultures sous serre, le statut de l'exploitation, la vulgarisation, l'adhésion à une association des irrigants, le prix de l'eau matérialisé par la facture payé par chaque agriculteur auprès de l'ONID, le niveau d'instruction, accès à l'eau de la nappe.

Le modèle que nous avons construit nous a permis de constater que l'adoption de l'irrigation localisée par les agriculteurs du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest est fonction. L'âge, plasticulture, le type d'exploitation et son état, la vulgarisation, l'adhésion à une association des irrigants, le prix de l'eau, le niveau d'instruction, accès à l'eau de la nappe. L'analyse des résultats de cette étude nous a amené à tirer les conclusions suivantes sur les déterminants de l'adoption de l'irrigation localisée. Le tableau représente les résultats de l'estimation du modèle *Logit* sur un échantillon de 117 exploitants dans le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I.

Avant toute régression, il est indispensable de s'assurer que les variables explicatives introduites dans le modèle sont indépendantes entre elles. Le test de Khi-deux est un test d'indépendance bien approprié à cet effet. Le logiciel Stata/ SE 10.0, que nous avons utilisé pour notre étude statistique du modèle envoie un message d'erreur en cas de dépendance de deux variables explicatives après la régression. Pour tester la significativité d'un ou plusieurs coefficients du modèle, on utilise la statistique de Wald. La variable dépendante est la variable dichotomique traduisant le fait qu'il y a ou non adoption de l'irrigation localisée dans l'exploitation. Globalement, le modèle est statistiquement valide.

En effet, le Khi-Deux (χ^2) du modèle (27,49) est significatif à un seuil de 1 %. Le pseudo- R^2 (0.7351) est satisfaisant, il approxime la proportion de la variance expliquée par le modèle, c'est un indicateur de la performance du modèle. Le pourcentage de bonne prédiction du modèle est de 94.02 %, ce pourcentage indique que dans 94.02 % de cas le modèle prédit correctement le comportement de l'exploitant.

3.5.4 Interprétation des résultats du modèle *Logit*

Dans un premier temps, au niveau de l'adéquation globale du modèle qui est mesurée par le coefficient de détermination R^2 dans les modèles de régression linéaire, la valeur élevée du pseudo- $R^2 = 0.7351$ est un signe d'une bonne adéquation. L'hypothèse de nullité des coefficients est rejetée. L'estimation du modèle *Logit* donne les résultats du tableau n° montre bien que les coefficients estimés Wald $\chi^2=27.49$ sont simultanément différents de zéro.

Le test de Khi-deux a permis de tester la liaison entre chacune des variables explicatives et la variable niveau de vie. Ensuite nous avons testé l'indépendance des variables explicatives entre elles. Ceci nous a conduit à une réduction du nombre de variables et nous a permis d'éviter la multicolinéarité (on peut dire qu'il y a multicolinéarité entre plusieurs variables si l'une des variables s'écrit comme combinaison linéaire des autres variables). Nous postulons donc pour le modèle suivant : $Logit(y) = \beta_0 + \beta_1 \text{céréales} + \beta_2 \text{serres} + \beta_3 \text{EACunie} + \beta_4 \text{âge} + \beta_5 \text{niveau d'instruction} + \beta_6 \text{Vulgarisation} + \beta_7 \text{forage} + \beta_8 \text{facture eau} + \beta_9 \text{Coût de l'investissement} + \beta_{10} \text{adhésion association}$.

Le problème est de déterminer la combinaison des variables qui décrivent au mieux la probabilité d'être pauvre chez les actifs du secteur informel. Cela revient à estimer les paramètres $\beta_i, i=0, \dots, 1, 2$. Si le modèle logit est fréquemment utilisé, c'est à cause de l'interprétation de l'exponentielle du coefficient d'une co-variable comme un « Odds Ratio » (Rapport de chance en français).

L'odds ratio s'interprète comme une mesure d'association. S'il est supérieur à 1 la relation est croissante, et décroissante s'il est inférieur à 1. Lorsqu'il est égal à 1 il n'y a pas d'association. En effet, le changement marginal d'une unité des coefficients estimés n'est pas très intuitif. L'exponentiel de ces paramètres, que l'on nomme généralement rapport de cote (Odds Ratio), facilite l'interprétation de l'effet d'une variable sur la probabilité de réalisation de la variable dépendante.

Pour avoir l'effet d'une variable, on procède par la formule suivante : Odds Ratio-1= pourcentage de la variation de la probabilité d'adoption suite à une variation de 1% de la variable explicative. Les variables présentées dans le tableau 3.23 sont les variables retenues pour l'estimation du modèle *Logit* de l'adoption de l'irrigation localisée dans notre échantillon.

Irrigation localisée	Coefficient	Odds ratio	Robust Std. Err.	z	P > |z|
Céréales	-0.1073127	0.8982147	0.0573924	-1.87**	0.062
Cultures sous serres	1.5858350	4.8833680	0.9357629	1.69**	0.090
Statut EAC unie	-2.4591250	0.0855097	0.9618592	-2.56*	0.011
Age	-0.2491891	0.7794326	0.0916214	-2.72***	0.007
Niveau d'instruction	1.7099960	5.5289400	0.5453000	3.14***	0.002
Vulgarisation	1.9005280	6.6894220	1.1385740	1.67**	0.095
Accès au forage	-0.5059755	0.6029171	1.5115350	-0.33	0.738
Montant facture eau	-0.0000302	0.9999698	0.0000282	-1.07	0.284
Coût d'investissement	-4.0546870	0.0173409	1.9699750	-2.06*	0.040
Adhésion association	-0.8022565	0.4483162	0.9922593	-0.81	0.419
Constante	11.98349	-	4.6869100	2.56	0.011

(*) : Significatif à un seuil de 5 % ; (**) : Significatif à un seuil de 10 %, (***) : Significatif à un seuil de 1 %

Tableau 3.28-Estimation des paramètres du modèle

Source : Résultats d'enquête, 2010

Log Vraisemblance	-19.907226	Restr.Log vraisemblance	-75.14615
Pseudo R^2	0.7351	AIC	61.81445
Dep = 0	77	BIC	92.19837
Dep=1	40		

Source : Résultats d'enquête, 2010

Nous avons obtenu le modèle final. Le modèle obtenu est le suivant :

$$\text{Logit}(y) = 11.98 + (-0.10)\text{Céréales} + 1.58\text{Serres} + (-2.45)\text{EACunie} + (-0.24)\text{Age} + (1.7)\text{Niveau d'instruction} + (1.9)\text{Vulgarisation} + (-0.5)\text{Forage} + (-0.00003)\text{Facture eau d'irrigation} + (-4.05)\text{Coût de l'investissement} + (-0.80)\text{Adhésion à une association des irrigants}.$$

Le test de Wald a été effectué et a montré que les coefficients retenus dans le modèle étaient significativement différents de zéro au seuil de 1%. Ces résultats indiquent que les variables qui sont caractéristiques de l'adoption de l'irrigation localisée : les céréales, les cultures sous serres, âge, niveau d'instruction, vulgarisation, coût d'investissement sont les facteurs de l'adoption de l'irrigation localisée.

3.5.4.1. Vérification des hypothèses, analyse et discussion

Dans ce qui suit, la significativité des variables sera analysée et la comparaison de leurs à nos attentes sera conduite :

La superficie céréalière (cerea) : le résultat de la régression logistique binomial indique que la culture céréale est négativement associée à l'adoption du goutte à goutte et que l'effet de cette variable est statistiquement significatif au seuil de 10 %.

En d'autres termes, plus les agriculteurs pratiquent les céréales plus la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée par les agriculteurs est faible. Le rapport de cote (Odds ratio) montre qu'une augmentation de la superficie des céréales de 1%, occasionne une diminution de 0,1 % de la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée.

Les cultures sous serre (serres) : par ailleurs, dans ce modèle, on constate que le signe positif du coefficient de la culture maraîchère sous serre. Cette culture a une influence positive sur le comportement des agriculteurs quant à l'adoption de l'irrigation localisée.

L'irrigation localisée est fortement pratiquée pour le maraîchage sous serre. Présente un effet positif sur l'adoption de l'irrigation localisée, cette variable est significative à un seuil de 10 %. Le rapport de cote (Odds ratio) montre qu'une augmentation de la superficie des cultures sous serres de 1%, occasionne une augmentation de 3,88 % de la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée.

La variable (Statut EACt unie) : qui traduit le statut juridique de l'exploitation agricole, sont des EAC Unies, présente un signe négatif, on s'attendait à un effet positif sur la probabilité de l'adoption de l'irrigation localisée, cette variable est significative à un seuil de 5 %.

La variable (âge) : âge du chef de l'exploitation, est significative à un seuil de 1 %, avec un signe négatif, ce résultat est conforme à nos attentes, le rapport de cote (Odds ratio) montre qu'une augmentation de l'âge de 1 %, occasionne une diminution de 0,2 % de la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée.

La variable niveau d'instruction (NIVINSTR) : le niveau d'instruction est significatif à un seuil de 1 %, avec un signe positif, conformément à nos attentes. Cela veut dire qu'il existe une relation analogue entre l'adoption de la technologie de l'irrigation localisée et le niveau d'instruction. En effet, lorsqu'on va des agriculteurs analphabètes aux alphabètes, nous avons une augmentation du nombre d'adoptants.

Le fait que l'exploitant ait reçu une éducation, l'amène à comprendre les avantages économiques liés à l'adoption des innovations agricoles en général et de l'irrigation en goutte à goutte en particulier. Il est à noter que la technologie requiert un savoir technique

particulier dans sa mise en application d'où le recours aux vulgarisateurs. Le rapport de côte (Odds ratio) montre qu'une augmentation du niveau d'instruction de 1 %, occasionne une augmentation de 4,5 % de la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée.

La variable vulgarisation (vulgar) : présente un effet positif sur l'adoption de l'irrigation localisée, cette variable est significative à un seuil de 10 %. Cette variable reflète le contact avec les vulgarisateurs du ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques. Ce corps technique, assume la tâche de la diffusion de l'information. Le rôle de l'information dans la réduction des incertitudes et des erreurs de répartition dans le processus d'adoption des technologies a fait l'objet de nombreuses études (Feder et slade, 1984, Feder et al. ;1985)[48, 64].

La disponibilité de l'information sur les méthodes et technologie nouvelles permettant de mieux appréhender l'impact de celles-ci sur la productivité et l'environnement contribuera à la prise de décision plus efficace en matière de production et favorisera, dans le même temps, une planification efficace de l'utilisation des ressources naturelles. Par conséquent, le rôle des services de vulgarisation dans la diffusion des informations est un facteur qui influence positivement l'adoption des technologies d'économie d'eau. Le rapport de côte (Odds ratio) montre qu'une augmentation de la vulgarisation de 1 %, occasionne une augmentation de 5,68 % de la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée.

La variable accès à l'eau de la nappe par un forage (accfor) : présente un signe négatif, on s'attendait à un effet positif sur la probabilité de l'adoption de l'irrigation localisée mais cette variable n'est pas significative dans ce modèle *Logit*.

La variable montant facture eau : présente un signe négatif, on s'attendait à un effet positif sur la probabilité de l'adoption de l'irrigation localisée, mais cette variable n'est pas significative dans ce modèle *Logit*.

La variable coût de l'investissement (coût de l'invest) : Le résultat de la régression logistique binomial indique que le coût de l'investissement est négativement associé à l'adoption de l'irrigation localisée et que l'effet de cette variable est statistiquement significatif au seuil de 5 %. En d'autres termes, plus le coût de l'investissement est élevé plus la probabilité d'adoption du goutte à goutte par les agriculteurs est faible. Le rapport de côte (Odds ratio) montre qu'une augmentation de coût de l'investissement de 1 %, occasionne une diminution de 0,1 % de la probabilité d'adoption de l'irrigation localisée.

Adhésion à une association des irrigants : la pratique d'association paysanne à la base en tant qu'arrangement institutionnel de réduction des coûts de transaction constitue un outil efficace d'amélioration des perspectives d'adoption des agents. Nous notons la non significativité de l'appartenance à une association des irrigants qui peut s'expliquer par le fait que les producteurs sont beaucoup plus tournés vers leurs voisins et moins vers les associations. Elle présente un signe négatif, on s'attendait à un effet positif sur la probabilité de l'adoption de l'irrigation localisée, mais cette variable n'est pas significative dans ce modèle *Logit*.

La multi colinéarité entre les différentes variables explicatives (SAU –Culture Arboriculture fruitière, subvention à l'irrigation localisée,...etc.) masquent la pertinence des autres variables comme le niveau d'instruction, la taille de l'exploitation et le coût de l'investissement.

D'autres analyses de régression bivariée (Annexe 4) ont montré que la subvention à l'irrigation localisée, encourage les agriculteurs à s'investir dans cette technologie d'économie d'eau, cela veut dire qu'elle a un effet positif sur l'adoption et la présence

de l'irrigation gravitaire comme technique alternative influe négativement sur l'irrigation localisée par contre la SAU n'a aucun effet sur l'adoption.

Conclusion

Les résultats statistiques confirment que les décisions d'adoption des technologies d'irrigation sont conditionnées par l'allocation de la terre entre les cultures. Ils indiquent aussi que les variables économiques, les caractéristiques de l'exploitant, les caractéristiques des exploitations sont des déterminants significatifs dans la décision d'adoption de l'irrigation localisée. Les résultats obtenus à partir du modèle Logit et la régression bivariée montrent l'importance des variables économiques, sociodémographique et techniques dans l'explication de la décision d'adoption. Le coût de l'investissement en équipement d'irrigation localisée pour les différentes cultures, subvention à l'irrigation localisée, le maraîchage sous serres, les cultures céréalières, l'âge, le degré d'instruction et la superficie arboricole, vulgarisation, l'existence de l'irrigation par gravitaire comme technique alternative au sein de l'exploitation constituent des facteurs explicatifs significatifs dans la décision d'adoption de l'irrigation localisée. Au vu de ces résultats, les incitations à l'adoption gagnent en efficacité lorsqu'elles (i) sont accompagnées par des campagnes de sensibilisation des agriculteurs concernés à la rareté de l'eau et/ou (ii) ciblent les agriculteurs les plus disposés à l'adoption, des jeunes avec une formation. La promotion des cultures maraîchères sous serres constitue un autre levier pour encourager l'adoption des techniques d'irrigation localisée.

Conclusion Générale

La gestion de la demande des ressources en eau constitue le principal déficit auquel les chercheurs, décideurs et usagers vont devoir faire face durant les prochaines décennies. Le bilan des ressources en eau sur la demande sera négatif après l'an 2025. L'Algérie évolue dans une situation de plus en plus difficile de pénurie d'eau : d'abord une eau insuffisante (le stock ne satisfait pas les besoins agricoles, industriels et des ménages alors que ces derniers ne cessent de s'augmenter), ensuite une eau dont la qualité se dégrade. Conscient de ce fait, l'Etat doit relever le défi qui consiste à mieux gérer cette ressource de plus en plus rare et dont la mobilisation devient de plus en plus coûteuse. C'est ainsi que les pouvoirs publics accordent plus d'importance à l'économie de l'eau surtout dans le secteur agricole qui reste encore la première consommatrice d'eau douce.

L'augmentation de l'efficacité des utilisations de l'eau, en particulier l'eau d'irrigation est la solution la plus adéquate aux problèmes d'augmentation de la demande alimentaire et de l'expansion des superficies irriguées. Le territoire algérien est caractérisé par un patrimoine à la fois riche et vulnérable, où l'eau constitue la ressource la plus rare dont la maîtrise des flux s'avère difficile du fait de l'irrégularité, la mauvaise répartition et la faiblesse relative des précipitations auxquelles s'ajoutent plusieurs facteurs d'ordre socioéconomique.

Pour remédier à la demande galopante de l'eau d'irrigation, et en vue d'une meilleure efficacité à l'échelle de la parcelle irriguée, l'Etat algérien a commencé depuis les années 2000 une stratégie nationale d'économie d'eau dont l'un des axes principaux est l'encouragement de l'adoption de la technologie d'économie de l'eau d'irrigation. Dans le cadre de ce travail, on s'est proposé d'étudier le choix et déterminants de l'adoption de la technologie d'irrigation localisée par les irrigants du périmètre irrigué de la Mitidja Ouest Tranche I.

Les investigations théoriques et empiriques nous ont permis d'orienter la méthodologie du travail vers le modèle de choix discret. Le modèle Logit binomial a été sélectionné pour expliquer l'adoption de l'irrigation localisée. La collecte des données s'est réalisée à travers une enquête auprès de 117 agriculteurs de périmètre irrigué mentionné.

Le modèle *Logit binomial* traduit le choix concernant l'adoption ou la non adoption (variable dichotomique) en termes de probabilité via une transformation logistique. Les résultats de ce modèle ont montré qu'en plus des variables économiques, d'autres variables d'ordre sociodémographique et technique tel que le niveau d'instruction, l'âge, la vulgarisation, le système de culture...etc. sont significativement impliqués dans l'explication de l'irrigation localisée. L'adhésion à une association des irrigants, le statut de l'exploitation agricole collective unie, le prix de l'eau traduisant le montant de l'eau facturée, accès à l'eau de la nappe par un forage, contrairement à nos attentes, n'ont pas d'effet sur l'adoption de l'irrigation localisée.

Au vu de ces résultats, les incitations à l'adoption gagnent en efficacité lorsqu'elles (i) sont accompagnées par des campagnes de sensibilisation des agriculteurs concernés à la rareté de l'eau et/ou (ii) ciblent les agriculteurs les plus disposés à l'adoption, des jeunes avec une formation. La promotion des cultures maraîchères sous serre et l'arboriculture fruitière constitue un autre levier pour encourager l'adoption des techniques d'irrigation localisée.

En vue de ces résultats, il est clair qu'en parallèle de la stratégie nationale d'économie d'eau d'irrigation et du programme de subvention des équipements d'économie d'eau, l'Etat doit se concentrer sur un ensemble de mesures d'accompagnement qui pourront promouvoir la diffusion des nouvelles techniques d'irrigation économes en eau. L'encouragement des jeunes agriculteurs, les programmes d'éducation et de formation professionnelle des irrigants, et leur sensibilisation à la situation de pénurie de la ressource en eau en Algérie, peuvent être parmi ces mesures. De même la promotion des cultures maraîchères sous serres et l'arboriculture fruitière reste aussi l'une des stratégies favorables en vue d'un meilleur niveau d'adoption des techniques d'irrigation localisée.

Cette étude bien qu'intéressante et profitable, ne devrait pas se limiter à ce niveau. Des études beaucoup plus sophistiquées doivent être envisagées compte tenu de l'ampleur de la situation. Ces études devront intégrer tous les paramètres nécessaires. Ce travail comporte certaines limites qui offrent de nombreuses perspectives de recherche. Outre l'influence des facteurs socio-économiques et financiers, d'autres déterminants liés aux conditions d'attribution des subventions et des crédits peuvent influencer les agriculteurs à innover dans les systèmes d'irrigation.

Bibliographie

- L'eau en Algérie : le grand défi de demain. Technical report, Conseil national économique et social, 2000.
- Etude de la tarification de l'eau a usage agricole : Périmètre de la Mitidja ouest, Rapport de fin de mission II (édition provisoire). Technical report, Ministère des Ressources en eau, 2006.
- Fouzai A. Déterminants de l'adoption des techniques d'économie de l'eau d'irrigation : cas du périmètre privé irrigué Fej Rouissat (kairouan). Master's thesis, INAT-Tunisie, 2007.
- Imach A. Construction de la demande en eau agricole au niveau régional en intégrant le comportement des agriculteurs. Application aux exploitations agricoles collectives de la Mitidja-Ouest (Algérie). PhD thesis, Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (agro paris Tech), 2008.
- Imache A. Les caractéristiques socio-économiques de la gestion de l'eau d'irrigation dans la Mitidja ouest. Master's thesis, Ecole Supérieure Nationale Agronomique de Montpellier, 2004.
- Mounier A. Les théories économiques de la croissance agricole. INRA Economica, Paris, 1992.
- Narayanamoorthy A. Economic analyses of drip irrigation: An empirical analysis from maharashtra. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 52(4):728 - 739, 1997.
- Narayanamoorthy A. Averting water crises by drip method of irrigation: A study of two water intensive crops. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 58(3):427 - 437, 2003.
- Smith A. Recherche sur la nature et les causes de la richesse des nations. Gallimard, Paris 1976, 1776.
- Rahmouni A.F. La mise en œuvre de la comptabilité par activités dans les entreprises françaises : caractéristiques et facteurs d'adoption et de succès. PhD thesis, Laboratoire ERMES. Université du Sud Toulon - Var, 2008.
- Kouassi B. Innovations technologiques et productions agricoles en Afrique de l'Ouest. Exemple du Burkina Faso, du Ghana et du Togo. KARTHALA, Collection Economie et Développement, 2009.
- Remini B. La problématique de l'eau en Algérie. Office des Publications Universitaires, Alger, 2005.
- Dhawan B.D. Technological change in irrigated agriculture: A study of water saving methods. New Delhi : Commonwealth Publishers, 2002.
- Debresson C. Comprendre le changement technique. Université de Bruxelles, 1993.
- Hurlin C. Econométrie des Variables Qualitatives : Modèles Dichotomiques Univariés Polycopie de Cours : Statistique Appliquée. Université d'Orléans : Faculté de Droit, d'Economie et de Gestion, 2003.

- Menger C. On the origin of money. *Economic Journal*, pages 239{ 255, 1892.
- P. Chantran. *La Vulgarisation Agricole en Afrique et _a Madagascar*. Maisonneuve, Paris, 1972.
- Ricardo D. *Des principes de l'économie politique et de l'impôt*. Pierre T. Edition électronique, 2002, 1817.
- S. Davies. *The Diffusion of Process Innovations*. Cambridge University Press, 1979.
- Ministère de l'agriculture et du développement rural. *Bilan de la campagne d'irrigation 2007*, 2008.
- Ministère de l'agriculture et du développement rural. *Les mécanismes de mise en œuvre du soutien sur le fonds national de développement de l'investissement agricole pour l'acquisition d'équipements d'irrigation au titre du programme annuel 2010*, 2010.
- Boserup E. *The conditions of Agricultural Growth: the Economic of Agrarian Change under Population Pressure*. Chicago, Aldine Publication Co., 1965.
- Rogers E.M. *Diffusion of Innovations*. The Free Press. London., third edition, 1983.
- Fouzai A. et Bachta M.S. Les déterminants de l'adoption des techniques d'économie d'eau d'irrigation en Tunisie étude de cas du périmètre de fej rouissat - kairouan. In *XIII_eme Congr_es Mondial de l'Eau*, Montpellier, 2008.
- Salhi S. et Bedrani S. Déterminants de l'adoption de l'irrigation localis_ee (goutte à goutte) par les agriculteurs : cas du périmètre hamiz. *Les cahiers du CREAD*, (81-82), 2007.
- Kettab A. ; Ait Mouhoub D. ; Ouarda T. et Bobbee B. Contribution à l'étude du phénomène de la sécheresse sur les régions littorales de l'Algérie. In *Communication*, 2004.
- Van Den Ban A.W. ; Hawkins H.S. ; Brouwers J.H.M. et Boon C.A.M. *La vulgarisation rurale en Afrique*. CTA- Karthala, Wageningen, 1994.
- Negri D. et Brooks D. Determinants of irrigation technology choice. *Western Journal of Agricultural Economics*, 79 :213 { 223, 1990.
- Guemraoui M. et Chabaca M.N. Gestion des grands périmètres d'irrigation (GPI) : L'expérience algérienne. *Instruments économiques et modernisation de l'agriculture Irriguée*. Actes du séminaire Euro-méditerranéen, 2005.
- Sadoulet E. et De JanvryA. *Quantitative Development Policy Analysis*. The John Hopkins University Press, Baltimore, 1995.
- Napasintuwong O. et Emerson R.D. Institutional and socioeconomic model of farm mechanization and foreign workers. In *American Agricultural Economics Association Annual Meeting*, Providence, Rhode Island "July 24-27 2005.
- Shrestha R. et Gopalakrishnan C. Adoption and di_usion of drip irrigation technology : An econometrics analysis. *Economic Development and Cultural Change*, 41 :407 -418, 1993.
- Tapinos D. Blanchet D. et Horlacher D.E. *Conséquences de la croissance démographique rapide dans les pays en développement*. NEW YORK, 1991. INED. Division de la Population des Nations Unies.

-
- Ehui S. K. et Jabbar M.A. Measuring productivity in african agriculture: a survey of applications of the superlative index numbers approach. Socio-economics and Policy Research Working, page 38, 2002.
- Uaiene R.N. ; Arndt C. et Masters W.A. Determinants of agricultural technology adoption in mozambique. Discussion papers, (67), 2009.
- Von Neumann J. et Morgenstern O. Theory of game and economic behavior. Princeton University Press, 1944.
- Zella L. et Mouhouche B. Guide pratique de micro-irrigation. OPU, Alger, 2004.
- Ghadim A.K. et Pannell D.J. A conceptual framework of adoption and agricultural innovation. Agricultural Economic., pages 145 -154., 1999.
- Green G. ; Sunding D. ; Zilberman D. et Parker D. Explaining irrigation technology choices : A microparameter approach. American Journal of Agricultural Economics, 78:1064 -1072, 1996.
- Feder G.; Murgai R. et Quizon J.B. The impact of farmer field schools in indonesia. World Bank Policy Research Working Paper, 3022:1 -45, 2003.
- Baldwin J. R. et Ra_guzzaman M. Management of Technology, Sustainable Development and Eco-Efficiency, chapter Les facteurs déterminants des retards en matière d'adoption des technologies de fabrication de pointe. Elsevier, 1998.
- Zeller M. ; Minten B. ; Lapenu C. ; Ralizon E. et Randrianarisoa C. Les liens entre la croissance économique, réduction de la pauvreté et durabilité de l'environnement en milieu rural à Madagascar. Cahier de la Recherche sur les Politiques Alimentaires, (19), 1998.
- Gardner B. et Rausser G.C. Handbook of Agricultural Economics : Agricultural Production, volume 1A. Elsevier, Oxford, 2001.
- Binswanger H. et Ruttan V. Induced Innovation : Technology, Institutions and Development. The John Hopkins University Press, Baltimore, 1978.
- Hayami Y. et Ruttan V.W. Agricultural Development : an international perspective. Johns Hopkins Press, 1971.
- Hayami Y. et Ruttan V.W. Induced technical and institutional change: evaluation and reassessment. Technical Report 93-1, st. Paul University of Minnesota. Bulletin, 1993.
- Rogers E. M. et Scott K.L. The diffusion of innovations model and outreach from the national network of libraries of medicine to native american communities. [http :// nmlm.gov/archive/pnr/eval/rogers.html](http://nmlm.gov/archive/pnr/eval/rogers.html), 1997.
- Feder G. et Slade R. The acquisition of information and the adoption of new technology. American journal of agricultural economics, pages 312 -320, 1984.
- Green G. et Sunding D. Land allocation, soil quality, and the demand for irrigation technology. Journal of Agricultural and Resource Economics, 22(3):367 -375, 1997.
- Moreno G. et Sunding D. Joint estimation of technology adoption and land allocation with implications for the design of conservation policy. American Journal of Agricultural Economics, 11:1009 -1019, 2005.
-

- Adéoti R. Coulibaly O. et Tamo M. Facteurs affectant l'adoption des nouvelles technologies du niébé vigna unguiculata en Afrique de l'ouest. Bulletin de la Recherche Agronomique du Benin, (36), 2002.
- Wu J.; Adamas R. ; Kling C. et Tanaka K. From micro-level decisions to landscape changes : An assessment of agricultural conservation policies. American Journal of Agricultural Economics, pages 26 -41, 2004.
- Belhaj Hassine N. et Thomas A. Aversion au risque et décisions de production : l'agriculture irriguée en Tunisie. Economie rurale, (266) :91-108, 2001.
- Chambers R. ; Pacey A. ; et Thrupp L.A. Les Paysans d'abord. Les innovations des paysans et la recherche agronomique. Karthala, 1994.
- Feder G. et Umali D.L. The adoption of agricultural innovations: A review. Technological forecasting and social changes., pages 215-239, 1993.
- Namara R.E.; Nagar R.K. et Upadhyay B. Economics, adoption determinants, and impacts of micro-irrigation technologies: empirical results from india. Irrigation science, 25:283 -297, 2007.
- Koundouri P.; Nauges C. et Vangelis T.V. Technology adoption under production uncertainty: Theory and application to irrigation technology. American Journal of Agricultural Economics association, 88(3) :657-670, 2006.
- Yaron D. Dinar A. et Voet H. Innovations on family farms: the nazareth region in israel. American journal of agricultural economics, 74:361-370, 1992.
- Ferrah A. et Yahiaoui S. Eau et agriculture en Algérie : problématique et enjeu. GREDAAL, page 17, 2004.
- Dinar A. et Yaron D. Adoption and abandonment of irrigation technologies. Agricultural Economics, 6 :315-332, 1992.
- Colman D. et Young T. Principles of agricultural economics: Markets and prices in less developed countries. Cambridge University Press, 1995.
- Caswell M. et Zilberman D. The choices of irrigation technologies in california. American Journal of Agricultural Economics, 67 :224-234, 1985.
- Caswell M. et Zilberman D. The effects of well depth and land quality on the choice of irrigation technology. American Journal of Agricultural Economics, 68:798 - 881, 1986.
- Feder G.; Just R.E. et Zilberman D. Adoption of agricultural innovations in developing Countries: A survey. Economic Development and Cultural Change, 33:255 -298, 1985.
- Schoengold K. et Zilberman D. Handbook of Agricultural Economics, volume 3, chapter The economics of water, irrigation, and development, University of California at Berkeley, pages 2940-3001. Elsevier, 2007.
- Ellis F. Peasants Economics, Farm Households and Agrarian Development. Cambridge University Press, Cambridge, second edition, 1993.
- Kaliba A. R. M. Norman D. W. Featherstore, A. M. A stall-feeding management for improved cattle in semiarid central Tanzania: Factor influencing adoption. Agricultural Economica, pages 133-146, 1997.

-
- Lawin G. Analyse des déterminants de l'adoption et de la diffusion du dispositif amélioré d'étuvage du riz dans la commune de glazoue. Master's thesis, Universities d'Abomey-Calavi, 2006.
- Jones G.E. The adoption and diffusion of agricultural practices. *World Agricultural Economics and Rural Sociology Annals*, 1967.
- Z Griliches. Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. *Econometrica*, 25:501 -522, 1957.
- Ruthenberg H. *Farming Systems in the Tropics*. Claredon press, Oxford, 1980.
- Elster J. *Explaining Technical Change. A Case Study in the Philosophy of Science*. Cambridge University Press, Cambridge, Mass, 1982.
- Hicks J. *The Theory of Wages*. MacMillian, London, 1932.
- Nagels J. Les cycles longs de Kondratiev et l'évolution du capitalisme depuis la deuxième guerre mondiale. *Mondialisation : Comprendre pour Agir*, pages 38 -60, 2002.
- Mailhol J.C. Contribution à la maîtrise de l'irrigation et de ses impacts. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université d Montpellier II, 2005.
- Sismondi J.C.L. *Nouveaux principes d'économie politique ou de la richesse dans ses rapports avec la population*, volume 1. Imprimerie de FAIN, Place de l'Odéon, Paris, Fain edition, 1819.
- Mastaki Namegabe J.L. 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). PhD thesis, Académie Universitaire Wallonie-Europe, 2006.
- Boussard J.M. *Economie de l'agriculture*, Economica, Paris, 1987.
- Richefort L. 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 - CIRAD., 2008.
- Vermeiren L. L'irrigation localisée : calcul, mise en place, exploitation, contrôle du fonctionnement. *Bulletin FAO d'irrigation et de drainage*, (36), 1983.
- Walras L. *Eléments d'économie politique pure*. Economica, 1874.
- Di Maio M. *Explaining Technological Change: A Survey*. PhD thesis, Degli Studi di Siena Siena, Italy, 2003.
- Djebbara M. Les principales contraintes du développement d'une agriculture irriguée Classée en grande hydraulique en Algérie. In *Projet INCO-WADEMED Actes du Séminaire Modernisation de l'Agriculture Irriguée*, 2004.
- Rogers E. M. *Diffusion of Innovations*. The Free Press. New York, 1962.
- Rogers E. M. *Diffusion of Innovations*. Free Press, New York, fourth edition, 1995.
- Antille N. *Analyse théorique et empirique de modèles de choix discrets*. Projet de Semestre, Ecole polytechnique Fédérale de Lausanne, 2000.
- Loucif Seiad N. Les ressources en eau et leurs utilisations dans le secteur agricole en Algérie. In *Conférence internationale sur les politiques d'irrigation*. INRA, 2002.

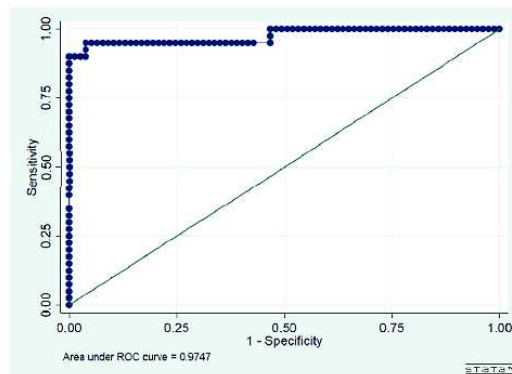
- Jollivet P. Economie et Gestion de l'Innovation : des approches séquentialistes, Document polycopie, 2001.
- Taffé P. Cours de Régression Logistique Appliquée. Institut Universitaire de Médecine Sociale et Préventive (IUMSP) et Centre d'épidémiologie Clinique (CepiC), Lausanne, 2004.
- Malkia R. Diagnostic hydro-agricole du périmètre de la bounamoussa (est-Algérie). Master's thesis, INA, Alger, 2007.
- E. M. Rogers. Diffusion of innovation (Rev. ed.). The Free Press. New York, 1995.
- Ahmad S. On the theory of induced innovation. *Economic Journal*, (76) :344-357, 1966.
- Akli S. Le dessalement de l'eau de mer ou l'irrigation économe ? application sur la Mitidja ouest. Mémoire de magistère, INA, Alger, 2007.
- Bedrani S. L'intervention de l'état dans l'agriculture en Algérie : constat et proposition pour un débat. In *Options Méditerranéennes*, (14), 1995.
- Ntsama Etoundi S.M. Analyse de l'impact de l'innovation sur la productivité agricole : Cas du maïs dans la province du centre Cameroun. Master's thesis, University Of Yaounde II, 2007.
- J.B. Steyer A. et Zimmermann. Influence sociale et diffusion de l'innovation. *Math. & Sci. hum. / Mathematics and Social Sciences*, pages 43 -57, 2004.
- Alary V. L'adoption de l'innovation dans les zones agro-pastorales vulnérables du Maghreb. *Afrique contemporaine*, 3(219):81-101, 2006.
- Ruttan V.W. Sources of technical change: Induced innovation, evolutionary, theory and path dependence. *EvolTheory Manuscript*, pages 1-49, 2001.
- Jevons W.S. Money and the Mechanism of Exchange. London: Appleton, 1875.

ANNEXES

Annexe 1



Annexe 2 : Plan global d'analyse du sujet de recherche.



Annexe 4 : Régression bivariée entre la variable dépendante les variables indépendantes													
Variable	Constante	Variable 1	Variable 2	Variable 3	Variable 4	Variable 5	Variable 6	Variable 7	Variable 8	Variable 9	Variable 10	Variable 11	Variable 12
Variable 1	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Variable 2	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Variable 3	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Variable 4	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Variable 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Variable 6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Variable 7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Variable 8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Variable 9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
Variable 10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
Variable 11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
Variable 12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

Annexe 4 : Régression bivariée entre la variable dépendante les variables indépendantes

		IRRIGLOC	SAU
IRRIGLOC	Corrélation de Pearson	1	-,150
	Sig. (bilatérale)		,106
	N	117	117
SAU	Corrélation de Pearson	-,150	1
	Sig. (bilatérale)	,106	
	N	117	117

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral). * . La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

Annexe 5

Tableau 1 : Récapitulation des principaux points du cheminement de la recherche

Problématique de recherche	Quels sont les déterminants de la décision de l'adoption de la technologie d'irrigation localisée dans une exploitation agricole de la Mitidja ?
Objectifs de la recherche	-Identifier les principales raisons de l'adoption de la technologie d'économie d'eau par les agriculteurs de la Mitidja. - Rechercher les facteurs qui influencent le succès de mise en œuvre de la technologie d'économie d'eau. - Expliquer le paradoxe de subvention de la technologie d'économie d'eau et la non adoption de cette technologie par les agriculteurs qui est la base de notre problématique. - Apporter aux exploitations agricoles une aide à l'amélioration de leurs performances grâce à la technologie d'économie d'eau.
Cadre théorique de base	Théorie de diffusion et de l'adoption des innovations agricoles. - Travaux empiriques sur l'adoption et la diffusion des innovations en agriculture. .
Modèles à tester	Modèle Logit a permis d'identifier les variables explicatives de l'adoption de l'irrigation localisée ; Modèle de régression bivariée a déterminé les relations des variables explicatives avec l'adoption de l'irrigation localisée.
Démarche choisie	
Méthode de collecte des données	Enquête par questionnaire.
Construction du questionnaire	- Première construction à partir de la revue de la littérature. - Vérification et adaptation au contexte de la zone d'étude en réalisant plusieurs entretiens avec un groupe d'agriculteurs. - Vérification, adaptation et validation du questionnaire en effectuant un test de questionnaire.
Méthodes d'analyse des données	
Thèse défendue	
Apports de la recherche	-Apport théorique -Apport méthodologique -Apport empirique

Tableau 2 :Récapitulation sur la validation des hypothèses de recherche

HYPOTHESE	Résultats Confirmée-Partiellement Confirmée -Non confirmée
H1 : La taille de l'exploitation agricole oriente de manière positive et significative le choix d'adoption de la technologie d'irrigation localisée.	Non significative
H2 : Le prix du m ³ de l'eau d'irrigation publique oriente de manière positive et significative le choix d'adoption de la technologie d'économie d'eau par les agriculteurs de la Mitidja.	Non significative
H3 : La vulgarisation de la technologie d'irrigation localisée oriente de manière positive et significative le choix d'adoption de la technologie d'irrigation localisée.	Significative
H4 : L'accès à l'eau par un forage oriente de manière positive et significative le choix d'adoption de la technologie d'économie d'eau.	Non significative
H5 : Plus le coût de l'investissement est élevé, plus les agriculteurs sont réticents quant à l'adoption de l'irrigation localisée. Les subventions accordées à l'équipement de l'irrigation localisée, on s'attend qu'elles aient des effets positifs sur l'adoption de l'irrigation localisée.	Significative
H6 : Plus que les agriculteurs pratiquent l'arboriculture fruitière et les cultures maraichères sous serres, plus la probabilité d'adoption de la technologie d'irrigation localisée est élevée. Plus que les agriculteurs pratiquent les cultures céréalières, plus que les agriculteurs n'adoptent pas l'irrigation localisée.	Significative
H7: Adhésion à une organisation paysanne oriente de manière positive et significative le choix d'adoption de la technologie d'économie d'eau par les agriculteurs de la Mitidja.	Non significative
H8 : L'âge des agriculteurs a un rapport négatif sur l'adoption de la technologie d'économie d'eau.	Significative
H9 : Le niveau d'instruction oriente de manière positive et significative le choix d'adoption de la technologie d'économie d'eau par les agriculteurs de la Mitidja.	Significative

Annexe 6 : Nomenclature des actions d'acquisition d'équipement d'irrigation soutenue dans le cadre du FNDIA

LEASING

Nomenclature de l'opération et ses actions associées	Soutien proposé	Définition de l'action	Conditions spécifiques d'éligibilité
1/ Equipement d'irrigation localisé pour une superficie ne dépassant pas 10 ha			
05 Station de tête pour filtration (obligatoire)	35 % du prix de référence pour la formule LEASING y compris l'étude.	Ensemble de matériel d'irrigation localisé	<p>L'exploitant doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disposer de ressources hydriques propres ; - Procéder à l'analyse de l'eau pour déterminer le type de distributeurs (Goutteurs ou Micro aspenseurs) ; - Disposer d'un bassin d'accumulation ; - Pratiquer en priorité l'irrigation : Orléiculture, Agrumes, pomme de terre ; - S'engager à utiliser l'équipement acquis ou rembourser le montant du soutien. <p>L'exploitant doit formellement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prescrire dans le contrat d'exécution une caution de garantie de 92 % du montant total du projet libérable après une année ; - Présenter le certificat de conformité de l'équipement, la garantie des équipements et les notices techniques d'utilisation fournis par l'opérateur ; - Se référer aux référentiels de l'INSD.
06 réseau d'irrigation à la parcelle (goutte à goutte)	35 % du prix de référence pour la formule LEASING y compris l'étude.		
07 rampe de micro aspenseurs ou de micro jets	35 % du prix de référence pour la formule LEASING y compris l'étude.		
Filtre à tamis pour réseau d'irrigation destiné aux palmiers.	35 % du prix de référence pour la formule LEASING y compris l'étude.		
08 réseau d'irrigation à capillaires pour palmiers.	35 % du prix de référence pour la formule LEASING y compris l'étude.	Ensemble de matériel d'irrigation localisé pour palmiers.	
2/ Equipement d'irrigation localisé pour une superficie ne dépassant pas 10 ha			
05 Station de tête pour filtration (obligatoire)	41 % du prix de référence pour la formule LEASING y compris l'étude.	Ensemble de matériel d'irrigation localisé	<p>Les exploitants doivent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disposer de ressources hydriques propres ; - Justifier l'existence d'un groupement d'intérêt commun au sein de cette aire d'irrigation (Association, syndicat des irrigants, SAC, coopérative, acte notarié de regroupement pour usage collectif) ; - Justifier l'existence d'une aire d'irrigation sur plan ; - Procéder à l'analyse de l'eau pour déterminer le type de distributeurs (Goutteurs ou Micro aspenseurs) ; - Disposer d'un bassin d'accumulation ; - Pratiquer en priorité l'irrigation : Orléiculture, Agrumes, pomme de terre ; - S'engager à utiliser l'équipement acquis ou rembourser le montant du soutien. <p>Les exploitants doivent formellement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prescrire dans le contrat d'exécution une caution de garantie de 92 % du montant total du projet libérable après une année ; - Présenter le certificat de conformité de l'équipement, la garantie des équipements et les notices techniques d'utilisation fournis par l'opérateur ; - Se référer aux référentiels de l'INSD.
06 réseau d'irrigation à la parcelle (goutte à goutte)	41 % du prix de référence pour la formule LEASING y compris l'étude.		
07 rampe de micro aspenseurs ou de micro jets	41 % du prix de référence pour la formule LEASING y compris l'étude.		
Filtre à tamis pour réseau d'irrigation destiné aux palmiers.	41 % du prix de référence pour la formule LEASING y compris l'étude.		
08 réseau d'irrigation à capillaires pour palmiers.	41 % du prix de référence pour la formule LEASING y compris l'étude.	Ensemble de matériel d'irrigation localisé pour palmiers.	

Tableau 1 : L'acquisition des équipements d'irrigation au titre du programme 2010 pour la formule

CASH

Nomenclature de l'opération et ses actions soutenues	Soutien proposé	Définition de l'action	Conditions spécifiques d'éligibilité
1/ Equipement d'irrigation localisée pour une superficie ne dépassant pas 10 ha - 01 kit (à titre individuel) est composé de :			
01 Station de tête pour filtration (obligatoire)	50 % du prix de référence pour la formule CASH y compris l'étude.	Ensemble de matériel d'irrigation localisée	L'Exploitant doit : <ul style="list-style-type: none"> - Disposer de ressources hydrauliques prouvées ; - Procéder à l'analyse de l'eau pour déterminer le type de distributeurs (Goutteurs ou Micro asperseurs). - Disposer d'un bassin d'accumulation ; - Pratiquer en priorité l'irrigation : Océiculture, Agrumes, pomme de terre ; - S'engager à utiliser l'équipement acquis ou rembourser le montant du soutien.
01 réseau d'irrigation à la parcelle (goutte à goutte)	50 % du prix de référence pour la formule CASH y compris l'étude.		
01 rampe de micro asperseurs ou de micro jets	50 % du prix de référence pour la formule CASH y compris l'étude.		
01 filtre à tamis pour réseau d'irrigation destiné aux palmiers.	50 % du prix de référence pour la formule CASH y compris l'étude.	Ensemble de matériel d'irrigation localisée pour une palmeraie.	L'Exploitant doit formellement : <ul style="list-style-type: none"> - Présenter dans le contrat d'exécution une caution de garantie de 02 % du montant total du projet libérable après une année ; - Présenter le certificat de conformité de l'équipement, la garantie des équipements et les notices techniques d'utilisation fournis par l'opérateur ; - Se référer aux référentiels de l'INSD.
01 réseau d'irrigation à capillaires pour les palmiers datiers.	50 % du prix de référence pour la formule CASH y compris l'étude.		
2/ Equipement d'irrigation localisée pour une superficie ne dépassant pas 10 ha - 01 kit (à titre collectif) est composé de :			
01 Station de tête pour filtration (obligatoire)	60 % du prix de référence pour la formule CASH y compris l'étude.	Ensemble de matériel d'irrigation localisée	Les Exploitants doivent : <ul style="list-style-type: none"> - Disposer de ressources hydrauliques prouvées ; - Justifier l'existence d'un groupement d'intérêt commun au sein de cette aire d'irrigation (Association, syndicat des irrigants, EAC, coopérative, acte notarié de groupement pour usage collectif) ; - Justifier l'existence d'une aire d'irrigation sur plan ; - Procéder à l'analyse de l'eau pour déterminer le type de distributeurs (Goutteurs ou Micro asperseurs) ; - Disposer de bassin d'accumulation ; - Pratiquer en priorité l'irrigation : Océiculture, Agrumes, pomme de terre et cultures légumières ; - S'engager à utiliser l'équipement acquis ou rembourser le montant du soutien.
01 réseau d'irrigation à la parcelle (goutte à goutte)	60 % du prix de référence pour la formule CASH y compris l'étude.		
01 rampe de micro asperseurs ou de micro jets	60 % du prix de référence pour la formule CASH y compris l'étude.		
01 filtre à tamis pour réseau d'irrigation destiné aux palmiers.	60 % du prix de référence pour la formule CASH y compris l'étude.	Ensemble de matériel d'irrigation localisée pour une palmeraie.	Les Exploitants doivent formellement : <ul style="list-style-type: none"> - Présenter dans le contrat d'exécution une caution de garantie de 02 % du montant total du projet libérable après une année ; - Présenter le certificat de conformité de l'équipement, la garantie des équipements et les notices techniques d'utilisation fournis par l'opérateur ; - Se référer aux référentiels de l'INSD.
01 réseau d'irrigation à capillaires pour les palmiers datiers.	60 % du prix de référence pour la formule CASH y compris l'étude.		

Tableau 2 : L'acquisition des équipements d'irrigation au titre du programme 2010 pour la formule

Annexe 7: Estimation de coût de l'investissement en équipement d'irrigation localisée pour les différentes cultures

Tab. n°01: Estimation du coût de l'investissement pour un (ha) de l'arboriculture fruitière D = 5x5

Produits	Quantité	Prix (DA)	Montant (DA)
STATION DE TETE : Filtre à sable Filtre à disque Filtre à tamis Fertiliseur	01 01 01 01	45 000.00	45000.00
Conduites à goutteurs incorporés	2000 ML	20	40000.00
Raccords (divers)	200	60	12 000.00
Frais d'installation	-	55000	55000.00
Coût de l'investissement	-	-	220600.00

Source : Construit par nous-mêmes, 2010

Tab. n°02: Estimation du coût de l'investissement pour (10) serres

Produits	Unité	Quantité	Prix (DA)	Montant (DA)
Tuyau PEBD Ø 90	ML	100	165.00	16500.00
Tuyau PEBD Ø 63	ML	200	150.00	30000.00
Raccord taraudé Ø 63	U	10	643.81	6438.10
Collier de prise en charge Ø 63/32	U	10	380.00	3800.00
Raccord fileté Ø 32	U	20	210.00	4200.00
Tuyau PVC Ø32	ML	120	60.00	7200.00
Départ de rampe avec vanne Ø16	U	90	45.00	4050.00
Tuyau avec un goutteur incorporé	ML	2800	20.00	56000.00
Filtre Ø 32	U	10	1500.00	15000.00
Filtre Ø 63	U	1	7000.00	7000.00
Filtre Ø 90	U	1	10000.00	10000.00
Vanne Ø32	U	10	500.00	5000.00
Bouchon Ø16	U	70	45.00	3150.00
Bouchon Ø 32	U	10	247.84	2478.40
Bouchon Ø 63	U	2	725.00	1450.00
Fertiliseur	U	1	40950.00	40950.00
Frais d'installation	-	-	4500.00	45000.00
Total	-	-	-	258216.60
Coût d'investissement par serre de 400 m ²	-	-	-	25821.65

Source : Construit par nous-mêmes, 2010

Tab. n°03: Estimation du coût de l'investissement pour un (ha) de culture maraîchère plein champ

Produits	Unité	Quantité	Prix (DA)	Montant DA)
Tuyau PEBD Ø 90	ML	100	165.00	16500.00
Tuyau PEBD Ø 63	ML	200	150.00	30000.00
Départ de rampe avec vanne Ø16	U	500	35.00	17500.00
Gaine goutte à goutte	U	4500	05.50	24750.00
Te à 90° Ø 63x63x63	U	1	750.00	750.00
Vanne Ø 63	U	1	850.00	850.00
Bouchon Ø 63	U	2	725.00	725.00
Filtre à tamis Ø 63	U	1	8000.00	8000.00
Filtre à disque Ø 90	U	1	15600.00	15600.00
Fertiliseur	U	1	40950.00	40950.00
Frais d'installation	-	-	45000.00	45000.00
Coût de l'investissement	-	-	-	200625.00

Source : Construit par nous-mêmes, 2010

Annexe 8 : Bilan de la campagne d'irrigation 2007.

Tableau de Synthèse des Superficies irriguées par technique d'irrigation

N°	wilaya	Gravitaire		Aspersion		localisée		Total irriguée
		irriguée	taux en %	irriguée	taux en %	irriguée	taux en %	
1	Adrar	21970	54,34	1023	2,54	17650	43,11	40 428
2	Chlef	10016	55,43	6067	33,07	1989	11,00	18 071
3	Laghouat	19291	62,03	5601	18,44	5740	18,73	30 702
4	O.El Bouaghi	11500	71,10	3896	23,93	800	4,91	16 284
5	Batna	26720	73,64	6270	15,95	4060	10,41	39 000
5	Bajaja	5093	70,71	264	11,88	753	11,41	6 609
7	Biskra	69927	64,52	5816	5,37	22537	20,11	108 382
8	Bochar	12518	57,37	80	0,40	6466	32,23	20 064
9	Blida	24021	87,31	1100	4,00	2390	8,89	27 511
10	Bouira	9510	49,16	3867	33,89	1034	16,05	14 411
11	Tamezasset	0584	05,99	74	0,74	3325	33,27	9 993
12	Tébessa	8042	39,34	8535	43,71	3465	16,95	29 442
13	Tlemcen	8861	43,93	5237	25,96	6072	30,10	20 170
14	Tiaret	8500	87,45	8500	30,17	6200	20,38	23 500
15	Tizi Ouzou	1300	22,41	4100	70,69	400	0,90	5 800
16	Alger	13994	74,62	1723	9,48	2652	15,70	18 169
17	Djelfa	1500	6,23	8200	34,04	14327	59,73	24 087
18	Jijel	4588	83,82	11	0,22	292	5,90	4 901
19	Saïf	13062	54,44	10110	42,13	823	3,43	23 995
20	Saida	4871	62,07	1180	14,78	1817	23,15	7 868
21	Skikda	8750	67,31	4000	30,77	200	1,82	13 000
22	S.Ber Abbes	3880	55,74	853	12,13	2206	32,84	7 035
23	Annaba	1295	29,91	2884	61,99	351	8,11	4 330
24	Guelma	3723	30,04	6651	53,03	2126	16,93	12 500
25	Constantine	809	25,28	1110	33,34	362	11,40	2 081
25	Média	6540	63,04	2815	27,14	1018	9,81	10 374
27	Mostaganem	21318	74,18	3730	12,88	3000	12,64	28 738
28	M'Sila	24502	86,58	4319	11,75	7923	21,66	36 744
29	Mascara	16030	49,74	13000	40,34	3200	9,80	32 230
30	Quargla	26974	93,97	242	0,84	1488	5,18	28 704
31	Oran	3178	46,90	560	2,51	3028	47,59	6 365
32	Ei Beyedh	10510	89,09	914	7,75	373	3,16	11 797
33	Illizi	148	9,09	74	4,54	1407	86,37	1 629
34	B.B. Arreridj	5241	78,31	440	6,57	1012	15,12	6 693
35	Boursendés	5700	63,53	2440	27,20	832	9,27	8 972
36	El Tarf	2200	19,21	8500	74,24	750	6,55	11 450
37	Tindouf	138	23,24	16	2,75	430	74,01	581
38	Tissemsilt	980	36,51	200	7,25	1580	52,20	2 760
39	El Oued	45144	75,14	8351	7,24	10554	17,62	60 079
40	Khenchla	34601	95,32	400	1,10	1300	3,58	36 291
41	Skou Ahras	1591	80,43	739	28,07	303	11,51	2 633
42	Tipaza	10132	61,68	1837	11,19	4599	27,72	16 568
43	Mila	4054	51,80	3432	43,85	341	4,36	7 827
44	A.delfa	8107	20,32	29302	73,44	2490	6,24	39 899
45	Naïma	0	0,00	11	3,53	301	99,47	312
46	A.Témouchent	2067	61,70	230	6,45	1067	31,85	3 350
47	Ghardaïa	12608	73,95	1367	7,30	3469	18,92	18 441
48	Haïzane	15303	63,17	935	5,06	2174	11,77	18 472
Total		557 327		177 380		172 606		907 293
Taux		81		20		19		907 293

Synthèse des superficies irriguées par technique d'irrigation

Annexe 9: Evolution des superficies irriguées (Ha).

Technique d'irrigation	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Gravitaire	275000	458 421	433 531	485 019	516 108	524 503	480 653	557327
Aspersion	70000	102 978	127 570	138 301	159 739	153 006	175 056	177360
Localisée	5000	56 028	83 877	99 000	117 487	825 206	179 488	172606
Total	350000	617 427	644 978	722 320	793 334	825 206	835 198	907293

Source : MADR, 2008