

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE MANAGEMENT (ENSM)

Pôle universitaire de KOLÉA



Mémoire présenté au vu de l'obtention du diplôme

De Master en Management des Organisations

**Impact de l'utilisation des systèmes d'irrigation
innovants sur la gestion du stress hydrique et de la
production agricole : Cas des Grands périmètres
irrigués**

Réalisé par :

Sakina Sara KHERBI

Encadré par :

Dr. Mehdi BOUCHETARA

Membres du jury :

- Lyazid MEZAACHE
- Mehdi BOUCHETARA
- Souad CHADER

Année universitaire : 2021/2022

RESUME :

Durant ces dernières années le stress hydrique ne cesse de prendre de l'ampleur avec en parallèle, une demande en eau supérieure aux ressources disponibles notamment dans le secteur agricole.

Cette étude porte sur l'impact de l'utilisation des techniques d'irrigation innovantes sur la gestion de l'eau agricole et son effet sur la production. Pour se faire, nous avons établi un questionnaire distribué auprès de 40 agriculteurs à travers les grands périmètres irrigués à savoir : la Mitidja Centre, l'Oranie, le Constantinois, et Nord-est du Sahara algérien. Une série d'entretiens qualitatifs a également été réalisée afin de comprendre si l'âge et le niveau d'instruction ont un lien direct avec l'adoption de l'innovation et la sortie des crises hydriques. Cette étude nous permet également de savoir si la vulgarisation est un déterminant clé du choix des techniques d'irrigation. Les principaux résultats ont montré que l'adoption de l'irrigation innovante explique en effet la sortie des crises hydriques, mais l'âge et le niveau d'instruction ont un lien avec l'adoption de l'innovation, mais n'expliquent pas la sortie de la crise hydrique.

Mots clés : Irrigation innovante, stress hydrique, Algérie, agriculture, grands périmètres irrigués

Abstract:

Recently, water scarcity has been continuously increasing, in parallel, the demand for water is exceeding the available resources, particularly in the agricultural sector.

This study focuses on the impact of the use of innovative irrigation techniques on agricultural water management and its effect on production. To do so, we established a questionnaire distributed to 40 farmers across the major irrigated areas, as well as a series of qualitative interviews in order to understand if age and level of education have a direct link with the adoption of innovation and the exit of water crises. This research also aims to know if spreading awareness about innovation is a key determinant of the choice of irrigation techniques. The main results showed that the adoption of innovative irrigation does indeed explain the exit from water crises, but age and education level are related to the adoption of the innovation, but do not explain the exit from the water scarcity.

Keywords: Innovative irrigation, water scarcity, Algeria, agriculture, large irrigated areas

ملخص:

تركز هذه الدراسة على تأثير استخدام تقنيات الري المبتكرة في إدارة المياه الزراعية وتأثيرها على الإنتاج. للقيام بذلك ، أنشأنا استنباطاً تم توزيعه على 40 مزارعاً من خلال المناطق المروية الكبيرة بالإضافة إلى سلسلة من المقابلات النوعية لفهم ما إذا كان يرتبط العمر ومستوى التعليم ارتباطاً مباشراً بتبني الابتكار والخروج من أزمات المياه ، وكذلك معرفة ما إذا كان الإرشاد هو المحدد الرئيسي لاختيار تقنيات الري. وأظهرت النتائج الرئيسية أن اعتماد الري المبتكر يفسر بالفعل الخروج من أزمات المياه ، لكن العمر ومستوى التعليم لهما صلة بتبني الابتكار ، لكنهما لا يفسران انتهاء أزمة المياه.

الكلمات المفتاحية: الري المبتكر ، الإجهاد المائي ، الجزائر ، الزراعة ، مساحات الري الواسعة

REMERCIEMENTS :

Avant tout développement sur cette expérience, il apparaît opportun de commencer ce mémoire de fin d'études par des remerciements, à ceux qui m'ont beaucoup appris au cours de la réalisation de ce travail.

Ce travail n'aurait pu voir le jour sans Dr. Mehdi BOUCHETARA, mon encadrant et Dr. Messaoud LAZEREG, mon tuteur de stage au sein du CREAD. Je les remercie tout particulièrement de m'avoir accompagné lors de la réalisation de ce travail avec leurs précieux conseils, leur encadrement, leur aide, leurs encouragements, ainsi que leur soutien. Je ne pouvais espérer avoir de meilleurs encadrants.

Je tiens également à remercier Mr. Halim BENMESSAOUD, sous-directeur du développement de l'irrigation au sein du Ministère de l'Agriculture et du développement rural, ainsi que Abdelkrim FAREH, Directeur de l'Institut National des Sols, de l'Irrigation et du Drainage, de m'avoir donné la chance de bénéficier de leur savoir dans le domaine de l'Agriculture, et de m'avoir été d'une précieuse aide lors de ma collecte d'informations.

Je remercie Mr. Tayeb ZITOUNI, directeur de l'unité Mitidja Centre de l'Office Nationale de l'Irrigation et du Drainage, de m'avoir permis d'en savoir plus sur l'hydraulique agricole, et pour sa précieuse aide lors de ma collecte de données

Merci à Dr. Messaoud ZEROUTI pour ses conseils avisés, ses orientations et son aide pour la réalisation de mon étude quantitative.

Je ne pourrai poursuivre ces remerciements sans exprimer ma profonde et entière gratitude à ma mère, sans qui je ne serais pas celle que je suis devenue aujourd'hui. Je la remercie profondément pour tout ce qu'elle m'a appris, pour toutes les valeurs et principes qu'elle m'a transmis depuis ma plus tendre enfance. Merci de m'avoir appris à ne jamais baisser les bras et toujours me battre pour atteindre mes objectifs.

Je remercie également mon père, pour son soutien et ses encouragements, et surtout pour m'avoir toujours appris à rester positive quelques soient les épreuves de la vie.

Je remercie mon oncle, Mourad MEBARKI, pour ses orientations et ses remarques pertinentes qui m'ont poussé à approfondir mes recherches afin d'obtenir une étude des plus intéressantes.

Je remercie également ma tante, Hind MEBARKI, pour sa précieuse aide et pour ses encouragements, et surtout pour m'avoir appris le sens de la réflexion et de la critique.

Un grand merci à mon frère Samy et ma sœur Nedjma, pour leur présence à mes côtés durant la réalisation de mon mémoire ainsi que pour leurs précieux conseils et encouragements.

Toute ma gratitude va à ma grand-mère, Ilse KHERBI, pour sa force de caractère qui m'a donné le courage de surmonter les événements tragiques survenus cette année et de continuer.

Une pensée singulière à mon grand-père, Ahmed Amine KHERBI, qui m'a aidé dans le choix de mon thème, et qui m'a surtout fait bénéficier de tout son savoir pour l'élaboration de ce travail de recherche. Il nous a malheureusement quittés trop tôt, sans pouvoir assister à la finalisation de mon travail.

Table des matières :

RÉSUMÉ.....	I
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES	X
INTRODUCTION	1
1.1. Contexte et intérêt du thème	2
1.2. Objectif	3
1.3. Problématique.....	3
1.4. Hypothèses.....	4
1.5. Méthode	4
1.6. Terrain de recherche	4
1.7. Intérêt de la recherche.....	5
1.8. Annonce du plan.....	5
CHAPITRE I : CADRE THÉORIQUE.....	7
Section 01 : Revue de littérature.....	8
1.1. Irrigation agricole et gestion des eaux	9
1.2. Evolution et développement des systèmes d'irrigation	16
1.3. Techniques d'irrigation innovantes	21
1.4. Limites de l'innovation dans le secteur agricole.....	24
Section 02 : L'innovation	29
2.1. Qu'est ce que l'innovation ?	29
2.1.1. Typologie de l'innovation	30
2.2. Modèles et théories de l'innovation	33
2.2.1. Modèle de Schumpeter	33
2.2.2 Modèle de Rogers	34
2.2.3. Modèle de Drucker	34
2.3. Importance de l'innovation	36
Section 03 : Agriculture et innovation agricole	38
3.1. Qu'est ce que l'agriculture ?	38
3.1.1. Définition de l'agriculture innovante	38
3.2. Typologie de l'agriculture	38
3.3. La production	40

Section 04 : L'irrigation	41
4.1. Définition de l'irrigation	41
4.2. Surface agricole utile (SAU)	41
4.3. Aire d'irrigation	42
4.4. Périmètre collectif	43
4.5. Systèmes d'irrigation	43
4.6. Importance de l'irrigation	44
Section 05 : Définitions GPI et PMH	45
5.1. Superficie équipée	45
5.2. Superficie irrigable	45
5.3. Superficie irriguée	45
5.4. Définitions PMH	46
CHAPITRE II : CADRE MÉTHODOLOGIQUE.....	47
1. Données.....	48
1.1. Population et échantillon	48
1.2. Les variables de mesure.....	48
1.2.1. Variable dépendante « sortie de la crise hydrique ».....	48
1.2.2. Variables indépendantes « Innovation, âge, niveau d'instruction ».....	49
2. Méthode	49
CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	50
1. Résultats	51
1.1. Présentation du profil des répondants	51
1.1.1. Statut juridique et structure physique de l'exploitation.....	52
1.1.2. Age et niveau d'instruction des exploitants	53
1.1.3 Employés de l'exploitation	53
1.1.4. Contraintes liées au stress hydrique	54
1.1.5. Provenance de l'eau	54
1.1.6. Adoption de l'innovation	55
1.2. Résultats des entretiens	56
1.2.1. Formation	56
1.2.2. Financement des équipements d'irrigation.....	56
1.2.3. Vulgarisation.....	56

1.3. Résultats de la corrélation entre les variables.....	57
1.4. Résultats de la régression logistique binomiale.....	58
2. Discussion	61
CONCLUSION.....	64
1. Aperçu et résumé.....	65
2. Principaux résultats obtenus.....	65
3. Implications managériales.....	66
4. Limites	66
5. Prolongements possibles de la recherche	66
BIBLIOGRAPHIE.....	
ANNEXE.....	

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Modèles de pivots artisanaux développés par l'innovation incrémentielle.....	12
Tableau 2 : Caractéristique de l'échantillon d'agriculteurs enquêtés	13
Tableau 3 : Résultats de la corrélation entre l'innovation et l'impact sur la qualité de la production et la gestion de l'eau	58
Tableau 4 : Résultats de la corrélation entre l'innovation et le niveau d'instruction	58
Tableau 5 : Résultats de la corrélation entre l'innovation et la sortie des crises hydriques.....	59
Tableau 6 : Codage de la variable dépendante « sortie de la crise hydrique ».....	59
Tableau 7 : Evaluation du modèle en l'absence des variables.....	60
Tableau 8 : Récapitulatif des modèles.....	60

Liste des figures :

Figure 1 : Statut juridique des exploitations des agriculteurs enquêtés.....	51
Figure 2 : Structure physique des exploitations.....	51
Figure 3 : Fréquences d'âge des agriculteurs enquêtés	52
Figure 4 : Fréquences des niveaux d'instruction des agriculteurs enquêtés.....	52
Figure 5 : Fréquences des agriculteurs ayant suivi des formations en agriculture.....	53
Figure 6 : Fréquences des employés des répondants	53
Figure 7 : Contraintes liées au stress hydrique observées.....	54
Figure 8 : Provenance de l'eau des agriculteurs enquêtés	54
Figure 9 : Fréquences des agriculteurs ayant un équipement de stockage de l'eau.....	55
Figure 10 : Disponibilité de l'eau pour les agriculteurs.....	55
Figure 11 : Fréquences des systèmes d'irrigation utilisés.....	56
Figure 12 : Fréquences des agriculteurs ayant adopté l'innovation.....	56

INTRODUCTION

1-1 Contexte et intérêt de l'étude :

La préoccupation constante des nations à vouloir évoluer et le début de la révolution industrielle furent des éléments déclencheurs de la poursuite à l'innovation dans le monde. Le monde ne cesse de rechercher la nouveauté, mais celle-ci s'avère être une arme à double tranchant. En effet, bien qu'elle puisse apporter l'évolution à une nation, elle peut aussi être destructrice : Les émissions de CO₂ dans l'air ne font que se multiplier engendrant ainsi un déséquilibre à l'effet de serre qui initialement était un phénomène spontanément observé dans l'atmosphère. Effectivement, l'augmentation des émissions des gaz à effet de serre (gaz responsables du phénomène naturel cité précédemment) provoque une aggravation de ce dernier, ce qui entraîne plusieurs dommages irréversibles sur l'environnement, nous y retrouvons notamment le réchauffement climatique dont les ravages sont innombrables.

Ce réchauffement climatique, en plus de tous les problèmes environnementaux qu'il peut engendrer, met en péril l'une des ressources les plus indispensables à notre quotidien individuellement et économiquement parlant : l'eau. Une ressource que nous pensions jusqu'à présent inépuisable. Nous nous retrouvons aujourd'hui face à ce que l'on appelle le stress hydrique, un manque d'eau menaçant plusieurs secteurs notamment d'un point de vue économique.

L'un des secteurs les plus menacés par cette problématique est sans doute le secteur agricole. Et il s'avère à présent plus que nécessaire de trouver des solutions pour contrer ce stress hydrique et relancer plus haut l'économie agricole. C'est ici qu'intervient la notion d'innovation, l'utilisation de techniques modernes faisant appel à des technologies de pointe en irrigation permettraient une meilleure gestion de l'eau et ainsi de sauver le milieu de l'agriculture qui représente un pilier économique dans le monde.

Actuellement, personne ne doute de la place de l'agriculture dans la croissance économique. (*KHERBI, 2020*) c'est ce qui nous a conduit à nous interroger sur l'importance de l'introduction de l'innovation dans ce domaine, notamment dans l'irrigation, secteur stratégique de l'agriculture sans lequel, la production ne peut être réalisée.

Pour l'Algérie, l'Etat, comme acteur et comme régulateur, doit être garant de l'essor et des réalisations dans ce secteur vital pour le développement socio-économique du pays. C'est donc à l'Etat qu'il revient de protéger la propriété foncière, de favoriser les investissements, de développer les infrastructures agricoles, d'encourager la recherche, et d'assurer la

formation. (KHERBI, 2020) ces derniers sont des facteurs cruciaux au bon développement de l'innovation.

L'introduction de l'innovation en agriculture a souvent été une question assez ambiguë pour une majeure partie. Pourtant, nous sommes entrés dans une ère où l'agriculteur est entrepreneur à part entière (identification et saisie des opportunités, prise de risques, conduite de projet, innovation, etc.) (Cheriet et al, 2020)

les travaux menés par divers chercheurs axés sur l'innovation en irrigation agricole en Algérie (Zella et al, 2007) (Kettab et al, 2008), au Maroc (Ould Rebai et al, 2017) (Bourziza et al, 2017) (Kettani et al, 2020), ainsi qu'en Europe (Mollard, 2018) (Faure et al, 2020) (Garcia et al, 2020) ainsi qu'en Afrique (Gu-Konu, 2018) (Union Africaine, 2020) et en Asie (Cariou, 2020)

Ces études se sont basées sur les caractéristiques principales des méthodes d'irrigation innovantes, ainsi que leur processus de conception. Elles ont également permis de déceler les déterminants du choix de l'innovation par les agriculteurs.

1.1- Objectif :

En revanche, nous ne trouvons que très rarement des études qui visent à déterminer l'impact de ces techniques innovantes en irrigation sur la gestion de l'eau et sur l'évolution de la production agricole, c'est donc l'objectif principal de notre recherche qui vise également à :

- Découvrir les différents systèmes d'irrigation innovants
- Définir les déterminants de choix de l'innovation par les agriculteurs dans leur processus d'irrigation
- Déterminer l'impact de ces méthodes innovantes sur la gestion du stress hydrique et de la production agricole

Afin d'y répondre au mieux, il est nécessaire de se poser les questions suivantes :

- L'âge et le niveau d'instruction ont-ils un lien avec le choix de l'innovation ?
- La vulgarisation est-elle essentielle à l'adoption de l'innovation ?
- L'irrigation innovante permet-elle réellement de sortir des crises hydriques ?

1.2- Problématique :

Afin d'atteindre nos objectifs de recherche, nous avons formulé la problématique suivante :

« Face au stress hydrique auquel nous faisons face en Algérie, l'innovation serait-elle la solution afin de gérer au mieux l'utilisation de l'eau agricole, et donc, d'améliorer la production ? »

1.3- Hypothèses :

2. Afin de répondre au mieux à notre problématique, et d'après les travaux de (Belaidi, 2013 ; Yakoubi, 2015 ; Ould Rebai et al, 2017 ; CORDIS, 2019 ; Cheriet et al. 2020) nous avons pu poser les hypothèses de recherche suivantes :

- H1 : Le niveau d'instruction est un facteur important, mais ne constitue pas en lui-même un déterminant décisif du choix de l'adoption de l'innovation
- H2 : L'irrigation innovante permet en effet de sortir des crises hydriques : Grâce à leurs différents mécanismes permettant de mieux gérer les ressources en eau, l'innovation devient donc une bonne solution afin de contrecarrer le stress hydrique.

2.1- Méthode :

Afin de répondre à notre problématique, nous avons effectué une étude quantitative permettant de déterminer l'impact de l'utilisation des méthodes d'irrigation innovantes sur la gestion des ressources hydriques et de la production agricole par le biais d'un questionnaire, l'enquête a été menée auprès de 40 agriculteurs aux profils différents, adeptes et non-adeptes de l'innovation et cela en tenant compte des principaux objectifs de notre étude.

2.2- Terrain de recherche :

Notre organisme d'accueil est le Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement (CREAD) qui est un établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST) depuis 2003, placé sous la tutelle du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique (MESRS) et à vocation intersectorielle. Le CREAD œuvre pour : (*cread.dz, s. d.*)

1. Mener des recherches théoriques et appliquées sur le développement économique ;

2. Étudier les conditions économiques et sociales nécessaires au renforcement de l'intégration intersectorielle, de la création et de la maîtrise technologiques et d'une gestion efficace aux niveaux macro et microéconomiques ;
3. Effectuer des recherches en matière d'économie du travail, d'éducation, de formation, de santé et d'habitat.

S'ajoutant à ses missions, le CREAD est chargé de réaliser les programmes de recherche scientifique et de développement technologique dans le domaine de l'économie appliquée au développement. (*cread.dz, s. d.*)

Notre recherche s'est également étendue au niveau de l'INSID (Institut National des Sols, de L'irrigation et Drainage) qui est un établissement public à caractère administratif, à vocation scientifique et technique. (*Document interne*)

L'objectif principal de cet établissement est l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation. Il vise également à l'amélioration et au contrôle des caractéristiques techniques des équipements d'irrigation et leur fonctionnement. (*Document interne*)

2.3- Intérêt de la recherche :

Notre étude contribue à la littérature de deux façons différentes : Elle vient premièrement apporter des réponses sur l'impact réel des méthodes d'irrigation innovantes, étant donné que la majorité des études sont axées majoritairement sur l'aspect technique des systèmes d'irrigation innovants, et elle vient également enrichir la littérature algérienne au sujet de l'irrigation innovante, car la documentation autour de cette dernière est quasi- inexistante. Il serait donc pertinent que cette étude apporte éventuellement de nouveaux résultats qui viendraient compléter les recherches et études précédentes.

2.4- Annonce du plan :

L'introduction aborde globalement le contexte ainsi que l'intérêt du thème. Elle présente les objectifs et identifie le problème de recherche. Elle présente également le modèle de recherche développé à partir de la littérature et discute de ses principaux concepts et composants.

Le chapitre I contient le cadre théorique présenté sous 5 sections : (1) Revue de littérature ; (2) L'innovation ; (3) L'agriculture ; (4) L'irrigation ; (5) Définitions GPI et PMH (Grands périmètres irrigués / Petites et moyennes hydrauliques)

Le chapitre II présente le cadre méthodologique : une partie « données » visant à présenter l'échantillon de l'étude ainsi que les variables de mesure et une partie « méthode » pour présenter la méthode de travail et de collecte des données.

Le chapitre III présente les résultats de l'étude, ainsi qu'une discussion de ces résultats avec la revue de littérature.

Enfin, la conclusion résume l'ensemble des concepts étudiés dans ce mémoire ainsi que les principaux résultats obtenus, nous y trouvons également les contributions managériales de cette recherche. Elle se termine enfin par une présentation des limites de la recherche ainsi que les éventuelles suites de celle-ci.

CHAPITRE I :
CADRE
THEORIQUE

Section 01 : Revue de littérature

L'adoption de l'innovation dans le secteur agricole est devenue un impératif. Les experts s'accordent aujourd'hui que l'innovation est un atout majeur pour gagner en temps et en précision pour une meilleure production et un meilleur rendement.

L'objectif de cette revue de littérature est de mettre en lumière les déterminants de l'innovation dans les systèmes hydro agricoles, leur contribution dans la gestion de l'eau et enfin de découvrir si cette innovation contribue à l'accroissement de la productivité agricole.

Dans un premier temps, nous recenserons, en effectuant une analyse, les articles scientifiques publiés au niveau international s'inscrivant dans le champ de l'innovation agricole et des questions liées à la gestion de l'eau agricole et de l'irrigation.

Il est à noter que la priorité ne sera pas accordée qu'aux articles en langue française, car cela ne représente pas un caractère exclusif du rayon d'action de cette analyse. Il a en outre été fait le choix délibéré d'axer cette étude sur les productions scientifiques publiées au cours des cinq dernières années (2017-2022).

Ainsi, cette revue de littérature se propose d'identifier les institutions et les équipes de recherche traitant de l'innovation agricole, d'identifier les questions de recherche abordées et la manière dont elles sont traitées.

Apport de l'innovation dans le secteur agricole :

L'innovation de nos jours devient essentielle pour l'évolution dans divers domaines, notamment pour l'agriculture, celle-ci présente un enjeu d'envergure. En effet, nous dépendons de l'agriculture pour obtenir des aliments sains, il est donc primordial de s'adapter et répondre au changement climatique et aux nouveaux défis auxquels sont confrontés les systèmes alimentaires mondiaux. L'innovation nous permet de faire plus et mieux avec moins. Au niveau de l'exploitation agricole, de nombreuses innovations sont des innovations de procédé qui améliorent les techniques de production, comme par exemple des semences à haut rendement ou une irrigation plus efficace. Les "innovations de produit" sont créées par les industries en aval et comprennent des produits nouveaux et améliorés, tels que des aliments plus sains ou de nouveaux produits chimiques ou pharmaceutiques. Les "innovations de marketing et d'organisation" ont également leur importance tout au long de la chaîne d'approvisionnement. (OCDE, 2021)

Les finalités de l'innovation dans l'agriculture doivent répondre selon Marc Giget, docteur en économie du développement, aux trois piliers du développement durable.

Ces principes sont simples, puisque la société réclame des innovations qui « améliorent la qualité de vie » les principales attentes sont donc :

- ✓ Simplifier la vie : Créer des dispositifs capables de rendre les activités de l'individu plus simples à réaliser et de manière efficiente.
- ✓ Préserver l'environnement : L'innovation vise à développer de nouvelles méthodes plus respectueuses de l'environnement, afin de ralentir le phénomène de réchauffement climatique.
- ✓ Etre accessible à tous : L'innovation agricole doit être accessible à tous les agriculteurs, et cela à des coûts raisonnables.

Ce n'est donc que dans ces conditions que des innovations peuvent être considérées comme sources de progrès véritable, alors que certaines, pourtant présentées comme telles, ne correspondent qu'à des démarches commerciales. (*Betty Hervé, Anne-Claire Vial, 2019*)

1.1- Irrigation agricole et gestion des eaux :

L'eau est la ressource naturelle représentant le fondement de la vie sur Terre, deux tiers de celle-ci sont recouverts par les océans. (*Zella et al, 2007*)

L'irrigation a toujours été une des principales activités à garantir la sécurité alimentaire. En effet, celle-ci permet de fournir au sol, l'eau dont la culture a besoin. Avec le changement climatique, l'irrigation devient primordiale pour certaines cultures, notamment en zones arides et semi-arides comme le bassin Méditerranéen. (*AGRIMAROC, 2018*)

La gestion de l'eau agricole englobe un large éventail d'options, les approches diffèrent selon les changements de connaissances, les dispositions et politique de l'Agricultural Water Management (AWM) et l'environnement. (*CIID, 2013*)

L'agriculture irriguée est en pleine évolution et est liée aux problèmes de changement climatique, croissance démographique, modes de consommation, concurrence pour les ressources et coûts de développement. (*CIID, 2013*)

Après les années d'apogée de l'irrigation (1960-70), celle-ci a connu un ralentissement entre les années 1980-90 dans la plupart des pays du monde. Dans quelques décennies, l'agriculture irriguée sera affectée par quatre forces mondiales : la pression croissante sur

l'irrigation afin d'obtenir une agriculture plus exigeante et productive, la réduction de consommation d'eau (principalement due au phénomène de stress hydrique) la réponse à d'autres besoins humains, et enfin, la tendance croissante des investissements en irrigation dirigés par les marchés et incitations financières.

Ce scénario changeant de l'agriculture irriguée est exprimé différemment et cela dans plusieurs pays. À la lumière de ces pressions stratégiques, politiques, et progression de l'innovation relevant de la gestion de l'eau agricole, celles-ci doivent inclure des incitations et soutien à l'innovation dynamique. Une augmentation des appels à la « réinvention » de l'irrigation, le développement des innovations technologiques, sociales, institutionnelles, et politiques doit faire face à la complexité de l'agriculture irriguée. Il en exigera le meilleur de la science (économie des ressources naturelles, génie de l'irrigation, sciences politiques, droit de l'eau, gestion des entreprises et sciences informatiques). (*CIID, 2013*)

La gestion stratégique de l'eau, pour tous les usages, doit bénéficier d'un environnement plus favorable à l'émergence et au renforcement d'activités qui ont souffert de contraintes au niveau de tous les facteurs et services dont elles ont besoin. Celle-ci devrait jouer un rôle moteur dans le processus de développement du pays en ayant en vue l'importance que pourrait représenter l'environnement dans le destin de l'Algérie. Cette évolution posera des problèmes aigus qui commandent une approche nouvelle et une plus grande maîtrise des aspects politiques, techniques et d'investissement en vue du développement durable de l'agriculture. (*KHERBI, 2020*)

Abdelkrim OULD REBAI et al ont étudié en 2017 l'implantation de pivots artisanaux dans les vallées d'El Oued, dans le sud algérien.

Selon les chercheurs, les agriculteurs se sont orientés progressivement vers les cultures maraîchères et industrielles, principalement les arachides irriguées à la raie en mobilisant un réseau de seguias (rigoles d'amenée) revêtues de plâtre afin de contourner les pertes en eau. Ils sont donc parvenus à trouver une méthode de gestion des eaux destinées à l'irrigation : La construction de pivots. La commune de Hassi Khalfa est actuellement leader de production de pomme de terre sous pivots, 25% de la production d'El Oued y est concentrée. Une enquête a été menée auprès de 24 agriculteurs utilisateurs de pivots artisanaux dans la région de Hassi Khalfa, issus de trois catégories différentes (grands investisseurs, petits investisseurs, et fellahs) (*Rebai et al., 2017*) dans le but de mettre en exergue les différentes stratégies d'utilisation du pivot artisanal ainsi que le nombre de pivots installés dans chaque terrain

agricole. Les constatations faites dans ces 24 exploitations ont permis d'analyser les différents composants du pivot artisanal et de suivre les flux de ces constituants, tout en recensant les différents acteurs impliqués. Des entretiens semi-directifs auprès de dix artisans locaux dans les deux communes de Guemar et Reguiba ont également été réalisés, qui constitue encore à ce jour un centre artisanal de fabrication majeur dans la zone. Ces artisans sont chargés de l'approvisionnement en pièces détachées ou en composants de base, la fabrication des composants, l'assemblage et le montage des pivots artisanaux. Enfin, les chercheurs ont réalisé des entretiens auprès de quatre commerçants chargés de la distribution et des ventes des équipements et des pièces importées composant les pivots artisanaux.

Le partage de l'idée a permis en premier lieu de cibler les principales étapes de la conception de ces pivots, dont l'idée est venue d'un jeune homme âgé de 21 ans, fils d'un fellah, après avoir observé les nombreuses difficultés que les agriculteurs trouvaient à entretenir les seguias (rigoles d'amenée). Passionné d'électromécanique, il a envisagé des alternatives en s'inspirant du modèle des pivots conventionnels du programme étatique céréalier se trouvant au village Bir El Foulia (commune de Reguiba) et qui était en panne. Ce jeune a pensé à concevoir un pivot de plus petite taille. Son élaboration s'est donc réalisée comme suit :

- Acquisition des pièces par l'importation ou la récupération de pièces détachées sur des équipements dépassés.
- Fabrication de certains composants au sein d'ateliers locaux.
- Montage du pivot sur l'exploitation agricole et service après-vente.

Les résultats ont également permis de détecter les inconvénients que cette méthode présentait, notamment :

- Des pannes récurrentes du réducteur de vitesse ; il fallait remplacer à chaque fois de nombreuses pièces des pivots installés, en particulier les volants de moteurs, pièces peu disponibles ;
- Des complications liées à la fixation de la rampe au moyen de fils en acier ;
- Des problèmes liés à l'enroulement du câble électrique sur la rampe ainsi que sur l'ensemble du pivot ; à chaque irrigation il fallait le dérouler. (*Rebai et al., 2017*)

Le tableau ci-dessous représente les différents pivots artisanaux conçus par l'innovation incrémentielle classée par date de conception, et les problèmes rencontrés avec ces dernières :

Modèle	Date de conception	Innovations	Problèmes rencontrés
Pivot asymétrique à minuterie	1995	Introduction de la motorisation ; démarrage programmé par minuterie locale d'une minute sur cinq	Périodicité de fonctionnement très lente pour mener des irrigations
Pivot asymétrique aux volants moteurs	1995	Amélioration du système de minuterie par succession de volants moteurs	Pannes des volants moteurs ; mauvaise fixation des fils en acier ; enroulement des câbles électriques
Pivot symétrique « éventail »	1996	Rotation par pression hydraulique ; modèle symétrique	Superficie irriguée réduite ; blocage de la rotation
Pivot asymétrique à réducteur de vitesse	1998	Réducteur de vitesse a vis ; traverse de fixation par tubes galvanisés	Enroulement du câble électrique
Pivot asymétrique « Reguiba »	1998	Système de roulement jouant le rôle du collecteur circulaire ou a bague du pivot conventionnel	Masses électriques
Pivot asymétrique « Guemar »	1999	Système a tambour jouant le rôle du collecteur circulaire ou a bague du pivot conventionnel	/

Tableau 1 : Modèles de pivots artisanaux développés par l'innovation incrémentielle

Source : Ould rebai et al. Cahiers Agricultures, 2017

Ce processus d'innovation et de développement de la culture de la pomme de terre ont attiré de nombreux investisseurs voulant se lancer dans l'agriculture entrepreneuriale fortement adossée aux marchés nationaux et très exigeante en capital financier. Les exploitations des investisseurs sont spécialisées dans la culture de pomme de terre. L'intérêt de l'association «

pivot artisanal/ pomme de terre » réside notamment dans le fait que l'investisseur a la possibilité de mettre en place progressivement plusieurs pivots pour ainsi étendre la superficie cultivée selon ses capacités d'investissement et le risque qu'il peut encourir. Les chercheurs ont donc pu détecter à partir de cela deux nouveaux types d'investisseurs, présentés dans le tableau suivant :

Types d'agriculteurs	Statut de l'agriculteur Propriétaire / Locataire	Mode de faire valoir Direct / Métayage / Association	Nombre de pivots installés
Nouveaux investisseurs			
Grands investisseurs	9 / x	3 / 6 / x	> 10
Petits investisseurs	5 / 3	3 / 2 / 3	< 10
Fellahs (cultivateurs)	7 / x	7 / x / x	< 10

Tableau 2 : Caractéristique de l'échantillon d'agriculteurs enquêtés

Source : Ould rebai et al. Cahiers Agricultures, 2017

- Les grands investisseurs (9 agriculteurs sur 24) :** ont acheté des terres, à la réalisation des puits et à l'installation de plus d'une dizaine de pivots, par leurs propres moyens. Certains sont originaires d'El Oued mais n'y résident pas. Ils investissent une partie de leur capital dans la couverture des différents frais d'équipement et de fonctionnement de l'exploitation. Ils engagent des métayers qui gèrent ces équipements et conduisent les cultures. Ces métayers recrutent à leur tour des ouvriers permanents et des ouvriers journaliers, occasionnellement, durant le semis et la récolte. D'autres, qui résident à El Oued, choisissent la propriété directe et emploient également un ou deux ouvriers permanents ainsi que des journaliers pour les périodes de travaux considérables.

- **Les petits investisseurs (8 agriculteurs sur 24) :** Possèdent entre deux et six pivots. Ce sont principalement de jeunes producteurs de moins de 35 ans et la plupart d'entre eux sont des fonctionnaires et des petits commerçants au revenu limité. Par manque de capital foncier ou financier, ils louent des parcelles équipées en puits et pivots artisanaux et font appel à des associés pour l'acquisition des intrants et le paiement des frais de main-d'œuvre journalière et d'électricité. Ces jeunes contribuent par la production de la culture de pomme de terre, à l'essor de l'agriculture locale aux côtés d'autres jeunes concernés par l'importation des pièces et d'équipements, leur assemblage et la commercialisation des pivots artisanaux.

Cette nouvelle dynamique a donc permis de procurer une source de revenus aux populations d'El Oued par la création d'emplois dans les exploitations agricoles, et encourage le retour des grands entrepreneurs et commerçants originaires de la région qui vivaient et menaient des activités non agricoles au Nord du pays.

Cependant, cette dynamique est basée sur l'utilisation d'une eau souterraine peu renouvelable, et repose souvent sur des pratiques agricoles peu respectueuses de l'environnement et s'insère dans des marchés agricoles volatiles.

Selon l'Union africaine, il existe une forte pression sur l'agriculture et en particulier sur le secteur de l'irrigation, et cela dans le but d'assurer la sécurité alimentaire en Afrique. Le développement des systèmes d'irrigation occupe donc une place importante dans l'agenda politique de l'Afrique. (*Union Africaine, 2020*)

Selon l'organisation, le but premier de la gestion durable de l'eau agricole est d'augmenter la production et la productivité agricoles et permettre en fin de compte la création de richesses. En effet, l'agriculture irriguée dépend de nombreux facteurs et processus qui interagissent comprenant différents facteurs (humains, biologiques, économiques, etc....) ce continent est doté d'une réserve d'eau considérable sous utilisée et inégalement répartie entre les pays. Cette région du monde est donc la plus exposée au stress hydrique. (*Union Africaine, 2020*)

Pour vaincre ce fléau, le développement de l'irrigation reste la solution optimale, cette méthode est considérée comme étant un catalyseur de la croissance agricole, bien que l'Afrique n'ait toujours pas exploité la totalité de son potentiel dans ce domaine.

Le développement de l'irrigation porté par l'agriculteur a gagné en importance en Afrique au cours de ces vingt dernières années et a été identifié comme étant le processus dominant

derrière l'expansion de l'eau agricole en Afrique : Le caractère entrepreneurial et l'orientation vers le marché de ce secteur représentent une opportunité d'appui à travers un accès plus sécurisé à la terre et à l'eau, et un meilleur accès aux technologies. L'adoption des nouvelles technologies d'irrigation est limitée en raison des larges coûts d'investissement et de fonctionnement des technologies de pompes à carburants fossiles et de la difficulté à organiser les appuis en matière de carburant, de pièces de rechange et techniques. L'une des opportunités d'accroître la rentabilité consiste en la favorisation des marchés de pompes et d'équipements d'irrigation et réduire le triple défi du coût initial élevé, du risque élevé et des coûts élevés de service et maintenance liés aux pompes à essence et à diesel. Il est à noter que les pompes solaires pour la petite irrigation, liées aux innovations de financement numériques sont déjà disponibles sur les marchés de l'Afrique de l'Est et de l'Ouest. (*Renoux et al ; 2016, p.55*)

L'innovation dans le secteur agricole, notamment pour l'irrigation, vise à réduire considérablement la quantité d'eau exploitée, à maximiser la rentabilité agricole ainsi que les bénéfices destinés aux agriculteurs, et par conséquent, pour la réduction du stress hydrique, l'amélioration de la distribution d'eau agricole et l'accroissement de la productivité.

Selon la Banque Mondiale, la réglementation des ressources en eau nécessite un investissement de plus de 600 milliards de dollars, cela afin de pouvoir assurer une large gamme d'investissements concernant l'eau dans le monde pendant la prochaine décennie. (*Kattab et al ; 2008*)

Afin d'assurer la durabilité de cette ressource, il faudrait lever les confusions entre valeur et prix de l'eau, et promouvoir une « éthique de l'eau ».

Il existe un certain consensus, sur le plan international, quant aux principes fondamentaux qui doivent régir la gestion de l'eau. Parmi ceux-ci figurent les suivants :

- L'eau est une ressource limitée et doit être traitée comme un bien social et économique ;
- Les citoyens devront utiliser l'eau efficacement et compter sur le fait de payer le coût réel de cette ressource précieuse. D'après des études réalisées, de façon générale, on ne paye que les 15 % du prix réel de l'eau, circonstance qui décourage l'épargne. (*Kattab et al, 2008*)

Pour résoudre le stress hydrique au niveau mondial, et particulièrement dans les régions hautement touchées, une série de principes, missions, et objectifs ont été mis en place :

- Faciliter les échanges entre les différents décideurs, concepteurs, gestionnaires, industriels, formateurs, chercheurs et utilisateurs concernés, afin de mieux confronter ensemble leurs problèmes, coordonner leurs actions et diffuser leurs informations ;
- Rassembler les compétences en développant des partenariats entre les institutions publiques et privées, entre les universités et l'industrie, et en mettant en œuvre des projets et des programmes d'intérêt mutuel et collectif pour répondre aux besoins et aux demandes qui nécessitent plus de compétence et de complexité ;
- Propager l'information scientifique pour les divers utilisateurs ;
- Favoriser l'échange d'idées et d'informations entre techniciens, scientifiques et gestionnaires en organisant des événements et en mobilisant des groupes de recherche sur des sujets hautement qualifiés;
- Contrer la pollution des eaux superficielles et souterraines et des eaux de la mer dans le but de préserver la santé, la salubrité publique et l'alimentation en eau potable de la population ;
- Valoriser l'eau comme ressource économique en la répartissant de façon équitable entre les différents utilisateurs (population, industrie, agriculture, loisirs, etc.) ;
- Développer un système intégré d'information à même d'orienter le décideur pour une meilleure planification et une gestion efficace en relation avec la protection des ressources en eau et de l'environnement est un de nos buts ;
- Participer au développement économique en mettant le savoir-faire des adhérents au service des industriels.

Pour un développement durable (DD), il est capital qu'il y ait des approches stratégiques de la gestion durable des ressources, et cela ne peut se faire que par une démarche intégrée, intersectorielle, multi et pluridisciplinaire. (*Kattab et al ; 2008*)

Le DD doit prendre en considération les divers aspects socio-économiques, les préoccupations environnementales, les possibilités de financement, les capacités humaines et les ressources qui représentent les principaux déterminants de la qualité de gestion des ressources (notamment les ressources en eau) ; pour cela, une véritable politique, vision, devrait être faite à l'échelle d'un pays, d'une région, et au niveau international. (*Kattab et al ; 2008*)

1.2- Evolution et développement des systèmes d'irrigation :

Un système d'irrigation est une série de composants produits par des innovateurs visant à irriguer les cultures agricoles.

L'eau est la ressource indispensable au bon développement de la production agricole et de la croissance des plantes.

Plusieurs recherches archéologiques ont prouvé que l'irrigation existe depuis très longtemps, déjà des siècles avant J.C- celle-ci ayant notamment commencé à voir le jour dans les Oasis et zones arides, des traces d'irrigations ont été trouvées dans les zones où les précipitations ne suffisaient pas à irriguer tous les terrains agricoles. (*The History of Irrigation - Irrigation Australia Limited*, s. d.)

C'est donc trois millénaires avant J.C- que les premiers agro systèmes ont été fondés en se basant sur la technique de dérivation des Oueds. Dans les palmeraies d'Al-Ahsa, l'irrigation se faisait par la méthode « saih » qui consiste en l'aménagement de bassins destinés à capter les sources artésiennes (sources d'eau en forme de puits où l'eau jaillit spontanément) afin de la conduire aux parcelles par gravité. Quand la pression artésienne était trop forte, les palmeraies étaient irriguées par la technique « mugharraf » cette dernière consiste à élever les eaux à l'aide de puits équipés de balanciers et de poulies en remontant l'eau à l'aide d'ânes. (*Cariou, 2020*)

Il est à noter que les anciennes techniques d'irrigation ne sont pas proprement attribuées qu'à la péninsule arabe puisque ces méthodes sont utilisées dans toutes les zones arides au niveau mondial, chacune tenant compte des ressources dont elle dispose. Malgré le fait que l'eau recouvre en moyenne 73% du globe terrestre, l'homme n'a pas su gérer cette ressource correctement, ce qui a engendré au fil des années une situation de crise, plus communément connue en tant que **stress hydrique**. (*Zella, 2007*)

Au Proche-Orient et en Afrique, 18% des précipitations subsistent à l'évapotranspiration (processus biophysique transférant l'eau vers l'atmosphère par évaporation et transpiration des plantes) tandis qu'en Asie de l'Est, 50% des ressources en eau servent à l'irrigation des terrains agricoles. La situation est considérée comme dangereuse ou critique lorsque 40% des ressources d'eau sont utilisées directement à l'irrigation et celle-ci en dépasse largement le seuil d'utilisation raisonnable.

L'irrigation reste un élément crucial afin d'assurer la disponibilité alimentaire mondiale. Pour mieux comprendre comment celle-ci a vu le jour, la chronologie commence en remontant à

6000 avant J.C- en Égypte antique, l'irrigation se faisait à l'aide des eaux du Nil ou du Tigre/Euphrate entre juillet et décembre pendant des périodes allant de 40 à 60 jours.

3500 avant J.C- : Les égyptiens créent un indicateur de crue (le Nilomètre) en deux modèles : le premier étant une colonne verticale immergée dans le fleuve avec indicateur de profondeur, le deuxième étant une volée d'escaliers menant à la rivière. La lecture des données du Nilomètre se faisait par les prêtres égyptiens, ce qui leur permettait de prédire les inondations de façon mystique.

3100 avant J.C- : Premier grand projet hydro agricole réalisé sous la tutelle du Roi Ménéès. Cette technique consiste à l'utilisation de barrages et canaux destinés à la collection des eaux des crues détournées du Nil dans un nouveau lac nommé « Moeris » (*The History of Irrigation - Irrigation Australia Limited, s. d.*)

1792-1750 avant J.C- : Réglementation de l'utilisation de l'eau par le roi babylonien « Hammurabi » celui-ci propose une distribution proportionnelle de l'eau, la responsabilité des agriculteurs face à l'entretien de leurs canaux, et l'administration du canal par tous les agriculteurs. (*The History of Irrigation - Irrigation Australia Limited, s. d.*)

1700 avant J.C- : Création du « Shadoof » : un grand poteau sur une poutre transversale avec une corde et un sceau d'une extrémité et un lourd contrepoids à l'autre. Le sceau descendait dans un canal ou une rivière. Le principal objectif du shadoof était d'irriguer les terres lorsque les rivières et fleuves n'étaient pas en crue.

700 avant J.C- : Création de la « Noria » (roue à eau égyptienne) : Une roue à laquelle on attachait des sceaux ou pots en argile tout au long de sa circonférence, la roue était tournée grâce au courant de la rivière. La Noria est donc le premier dispositif de levage non humain.

550 avant J.C- : les Qanâts : Cette technique fut développée afin de permettre l'utilisation des eaux souterraines comme principale source d'irrigation. La construction des Qanâts demandait beaucoup de travail car des ouvertures verticales devaient être creusées tous les 20 à 30 mètres de profondeur pour permettre aux ouvriers de respirer et de dégager les débris.

Cette technique d'irrigation malgré son ancienneté est toujours utilisée notamment au Maroc et en Chine.

500 avant J.C- : Création de la « Sakia » (roue à eau perse) de nos jours appelée la pompe, ce dispositif est constitué d'une série de pots liés par deux poulies. Cette technique fut actionnée par des bœufs permettant aux pots de s'immerger dans la réserve d'eau.

La Sakia est similaire à la Noria, la différence réside dans le fait que la Sakia fut actionnée par une force extérieure plutôt que par le courant d'une rivière. (*The History of Irrigation - Irrigation Australia Limited*, s. d.)

Développement de l'irrigation dans le monde :

Australie :

L'irrigation a vu le jour en Australie au 19ème siècle. Ses principales évolutions ont eu lieu dans le bassin de Murray-Darling où les conditions étaient les plus propices à un tel développement.

La majorité des premiers flux d'informations concernant l'irrigation vers l'Australie ont transité par le Victoria. D'ailleurs, les événements les plus significatifs de l'émergence de l'irrigation (à quelques exceptions près) ont eu lieu au Victoria.

Au départ, l'accent était mis sur la technologie de l'ingénierie, et afin d'obtenir des conseils, les colonies se sont d'abord tournées vers les ingénieurs britanniques de l'Inde qui, au 19ème siècle, était considérée comme étant le premier théâtre d'initiatives en matière d'irrigation. Les ingénieurs les plus sollicités étaient Derry, Culceth et Gordon.

France :

La France dépendait de ses rivières afin de subvenir aux divers usages domestiques, industriels et agricoles des paysans, qui eux, ont longuement lutté pour atteindre une bonne maîtrise et gestion de l'eau. Le défrichement et le développement d'outils aratoires ont contribué majoritairement à accroître la productivité agricole.

Durant l'an mil, les moulins et la force hydraulique ont fait office de première industrialisation : Ecraser les grains, animer les pressoirs etc.

L'irrigation a contribué essentiellement à renforcer les moyens de production agricole, particulièrement au Sud de la France juste après la Guerre d'Italie. C'est là où l'irrigation a vu le jour, elle a relancé l'économie française au Sud. (*Renoux et al ; 2016*)

Aussi surprenant que cela puisse paraître, l'irrigation était principalement utilisée au Nord de la France, dans les jardins familiaux, elle s'est ensuite développée pour sécuriser la production fourragère.

L'irrigation a évolué en France au 19^{ème} siècle, essentiellement dans les prairies naturelles, et de façon surprenante dans le Limousin, les Vosges, et les Pyrénées car les terrains y sont séchants en été. L'eau agricole contribue à corriger le pH des sols des Vosges et du Limousin.

Les agriculteurs ont utilisé deux types d'irrigation : L'irrigation par infiltration (ou irrigation par bassin) et l'irrigation par inondation (ou irrigation par canaux ou rigoles) les productions de maïs étaient arrosées à un débit de 34 litres/seconde. En 5 mois cela résultait à 700 m³ d'eau pour chaque hectare, soit plus du double des meilleurs rendements français en agriculture pluviale. (*Renoux et al ; 2016*)

Algérie :

L'Algérie est l'un des pays les plus pauvres en termes de ressources en eau, c'est-à-dire en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la Banque mondiale de 1000 m³/personne/an. (Loucif, 2002)

La partie nord de l'Algérie occupe moins de 10% de la superficie du pays, représentant 90% des eaux totales, le reste du territoire est caractérisé par une aridité chronique. Les précipitations annuelles atteignent 65 milliards de m³, dont 46 milliards s'évaporent, 15 milliards s'écoulent et 4 milliards de m³ entrent. La capacité de mobilisation en 2010 est estimée à 4,52 milliards de m³, ce qui représenterait plus de 30 % des débits annuels moyens, mais pas assez pour répondre à la demande croissante (Anonyme, 1990 ; Kettab, 2002).

L'agriculture, telle qu'elle a été pratiquée de longue date, a montré ses limites face à une demande croissante et à de fréquents changements fondamentaux. Le taux (SAU irriguée/personne) continue de baisser. De 0,009 ha/personne en 2000, il n'y en aura plus que 0,005 ha/personne en 2025. Si la productivité agricole ne s'améliore pas et la superficie agricole (3,1 surface du pays) n'augmente pas, la dépendance alimentaire ne fera probablement qu'augmenter. (Zella et al., 2007)

Le système d'irrigation le plus répandu en Algérie est le goutte-à-goutte. Il repose sur l'irrigation d'une partie de la surface cultivable, à une profondeur définie, évitant ainsi le gaspillage d'eau et assurant une utilisation rationnelle des eaux destinées à l'agriculture. Cette

technique ayant démontré son efficacité, permet de densifier le système végétal, de réduire les risques de détérioration des récoltes et la déperdition des eaux, elle permet également à l'agriculteur d'économiser d'importantes quantités d'eau et de les utiliser pour l'irrigation d'autres surfaces agricoles. (*Anonyme, 2018*)

1.3- **Méthodes d'irrigation innovantes :**

Cet article met en exergue les systèmes d'irrigation les plus innovants qui existent à l'heure actuelle, tout en expliquant leurs objectifs principaux.

1.3.1.1- Programmeurs d'irrigation : il s'agit d'équipes qui assurent l'optimisation du temps et de l'espace d'irrigation des cultures, ce qui permet une gestion optimale de l'eau agricole. De même, ce système permet de choisir la fréquence et la durée d'arrosage. (*Gestiriego, 2019*)

Selon l'auteur, il existe deux types de programmeurs : les programmeurs d'irrigation analogiques et numériques. L'analogique permet une manipulation plus facile et plus économique, mais le numérique a tendance à avoir plus de fonctionnalités. Enfin, il y a des programmeurs de deux ou plusieurs voies qui permettent de concevoir divers programmes d'irrigation destinés à diverses utilisations, ce qui est parfait pour les grandes cultures ou les zones ayant des besoins particuliers en eau (ex : les zones arides).

1.3.1.2- Irrigation par aspersion : Il s'agit d'un système d'irrigation polyvalent pour arroser tout type de cultures, de sols et de topographies (*Schwab et al ; 1993*). Elle peut se montrer efficace dans des conditions de sols ou de topographies pour lesquelles les méthodes d'irrigation de surface ne le sont pas.

En général, les systèmes sont définis en suivant le type de déplacement des rampes sur lesquelles sont fixés divers types d'asperseurs. Les rampes sont fixes ou mobiles. Dans ce dernier cas elles sont déplacées manuellement ou mécaniquement. L'irrigation par aspersion a une efficacité élevée mais présente des problèmes dus aux exigences en matière de main d'œuvre et aux coûts d'investissement. Il existe plusieurs types d'irrigation par aspersion :

Systèmes conventionnels : Il existe plusieurs types d'irrigation conventionnelle, qui sont :

- **Systèmes fixes** : Les arroseurs sont placés sous un cadre établi au préalable, pour que le système de tuyauterie soit enterré de façon superficielle, sortant en partie avec la bonne hauteur de la tige où figureront les arroseurs.
- **Les systèmes semi-fixes** : ce sont essentiellement les systèmes qui se déplacent d'une zone à l'autre de façon manuelle ou mécanisée, passant au moyen d'un démontage rapide.
- **Systèmes à moteurs électriques** : permettent la circulation de l'eau tout au long de la surface de l'irrigation. Ces systèmes incluent des systèmes d'irrigation à pivot, des systèmes de déplacement latéral (camions d'irrigation) et d'autres machines d'arrosage. (*Gestiriego, 2019*)

Kettani et al (2020) ont présenté une étude expérimentale de l'irrigation par aspersion dans le périmètre du Gharb au Maroc dans le secteur de la Grande Hydraulique.

Le périmètre du Gharb est l'un des périmètres les plus importants aménagés en grande hydraulique avec une superficie agricole utile estimée à 388 000 ha. D'après le projet Sebou, le potentiel aménageable en grande hydraulique est estimé à 225 000 ha dont 114 000 ha sont équipés à ce jour. Elle est répartie sur cinq ensembles : le périmètre du Beht (29 000 ha), totalement équipé pour l'irrigation gravitaire ; la Première Tranche d'Irrigation (PTI) de 36000 ha, équipée pour l'irrigation gravitaire, sauf le secteur P7 (2 600 ha) irrigué par aspersion. (*Kettani et al, 2020*)

Les périmètres irrigués collectifs du secteur du Gharb sont hydrauliquement indépendants, pour des raisons de consommation d'énergie électrique, et ont une superficie moyenne de 3000 ha chacun. La plupart des champs de gicleurs sont convertis en goutte à goutte. (ORMVAG, 2018)

L'irrigation par aspersion n'a pas échappé aux controverses depuis son introduction. Berrady (1987) a rapporté que des études d'évaluation effectuées entre 1981 et 1983 ont montré qu'à l'épreuve du terrain l'aspersion rencontrait de multiples problèmes et a conclu à la nécessité de remettre en question l'adoption systématique de l'irrigation par aspersion. Les arguments évoqués peuvent être scindés comme suit :

- Le rythme d'équipement prévu, de l'ordre de 20 000 ha par an, n'a jamais pu être atteint. Le rythme réel allait entre 3000 et 4000 ha par an aussi bien pour l'aspersion que pour le gravitaire, ce qui rendait les deux techniques similaires sur ce point. (*Berrady, 1987*).

- Le coût de l'équipement par hectare en aspersion était 37% plus cher qu'en gravitaire et entraînait un coût supplémentaire en devises étrangères (*Berrady, 1987*). De plus, le coût énergétique de pompage devenait de plus en plus lourd à porter pour les offices régionaux de mise en valeur agricole, qui n'arrivaient pas à répercuter de coût aux usagers, surtout après la hausse des prix du pétrole. (*PNEEI, 2007*).

- L'automatisation de la récolte de la canne à sucre a été remise en question par les ingénieurs. Une partie d'entre eux estiment que la récolte mécanique demande un investissement plus important que la récolte manuelle, et que cette dernière devait être favorisée vu le chômage que connaissait le monde rural (*Berrady, 1987*). D'autre part, une deuxième catégorie rapporte qu'il est possible de réaliser des raies de 250 m de longueur en irrigation gravitaire pour des sols lourds tels que ceux du Gharb, ce qui rendait l'irrigation gravitaire conciliable avec la mécanisation (*Marouki, 1988*). La mise en place de raies de 250 m a été d'ailleurs expérimentée au niveau de la station expérimentale de Souk Tlet.

1.3.1.3- Système d'irrigation goutte-à-goutte :

Plus communément connue sous le nom de « irrigation localisée » elle consiste à amener l'eau sur le sol lentement, par une fréquence élevée, une pression de fonctionnement et des débits faibles et contrôlés. (*Schwab et al. 1993*)

Convenablement conçue, une installation de micro-irrigation vise à augmenter les rendements et de diminuer les besoins en eau, en fertilisants et en main-d'œuvre. La micro-irrigation compte : les micro-asperseurs, le goutte-à-goutte et l'irrigation goutte à goutte enterrée. (*SDI, s. d.*)

Les micro-asperseurs contenant les mini diffuseurs, les microdiffuseurs et les brumisseurs correspondent à des petits distributeurs placés sur de petits tubes allongés au dessus de la surface du sol. L'eau projetée dans l'air traverse une faible distance avant d'atteindre le sol. Grace à cette technique, la faible surface mouillée par le distributeur est facilement contrôlée avec exactitude et peut présenter différentes formes correspondant aux types d'arrosage choisis. Les installations d'irrigation par micro-asperseurs permettent d'exercer la lutte antigel, d'avoir une plus grande flexibilité lors des arrosages et une sensibilité plus faible au colmatage. (*Colaizzi et al, 2003*)

1.3.1.5 - L'irrigation par pivot : Il s'agit d'un appareil automoteur qui arrose les différentes cultures agricoles. Il se différencie des autres dispositifs par son fonctionnement circulaire ou sectoriel. Attachés à une extrémité, les pivots se déplacent en cercle autour de ce point

central. Ils introduisent des travées formées de tubes asperseurs qui sont montés sur une charpente et un jambage. (*France pivots, s. d.*)

Ce dernier est doté d'un système de motorisation. Ils tournent autour de l'unité centrale pour assurer la gestion de l'eau dans les zones arides, quelque soit la taille de la parcelle. (*France pivots, s. d.*)

Un pivot est doté d'une canalisation tournant autour d'un point pivot central sous l'action de la pression d'eau, de moteurs électriques ou de moteurs hydrauliques à huile (*Schwab et al. 1993*). Plusieurs types de buses, à différentes hauteurs et avec différentes pluviométries peuvent être utilisés sur les pivots. Afin d'assurer la meilleure efficacité possible, le choix des asperseurs doit correspondre aux conditions de sol. (*Schwab et al., 1993*).

Les rampes frontales usent de structures semblables à celles des pivots mais dans le champ elles se déplacent parallèlement à elles-mêmes. Dans le cas de la couverture intégrale les asperseurs sont installés sur l'intégralité de la parcelle et tous ou seulement une partie fonctionnent en même temps.

Le pivot est le système d'aspersion le plus communément utilisé dans les High Plains au Colorado. Les asperseurs utilisés vont des anciens arroseurs à impact aux pulvérisateurs plus modernes avec une variété d'utilisations et de placements. (*Howell., 2003*).

1.1.6- Smart Irrigation (par utilisation d'IdO) : C'est une nouvelle méthode d'irrigation contrôlée à distance grâce aux technologies de l'internet des objets. Elle consiste à gérer l'eau de façon à renforcer la qualité et la quantité de production.

L'application de la robotique, du contrôle automatique et des techniques d'intelligence artificielle réduit considérablement le temps consacré aux tâches liées à l'irrigation mais répétitives, telles que la surveillance des processus d'arrosage ou le fait de se rendre physiquement sur le terrain pour allumer et éteindre les lumières une par une.

1.4- Limites de l'innovation dans le secteur agricole :

Dans l'ouvrage « L'innovation agricole : questions de méthodes et terrains d'observation » Eric MOLLARD répond à la question d'un point de vue agro-économique.

Selon l'auteur, dire que l'innovation est risquée est devenu une banalité : Il appuie son discours avec la citation de Schumpeter qui affirme que la prise de risque de

l'entrepreneur conditionne en elle-même un profit additionnel, bien que cette affirmation applicable dans le secteur industriel, ne le soit pas forcément dans le secteur agricole.

Plusieurs contradictions poussent l'auteur à se poser les questions suivantes : De quel risque parle-t-on ? Est-ce que toutes les innovations entrent dans un cadre explicatif unique ? (Mollard, 2018)

En premier lieu, l'auteur souligne que « la perception de l'innovation est encore trop sommaire dans plusieurs disciplines. Faute de problématisation, les idées préconçues ont encore force de loi. Car le risque représente la notion la plus couramment couplée à l'innovation, il sert ici de révélateur. »

La limite réside d'abord dans le fait que **la majorité des agriculteurs redoutent le changement** : En effet, une majeure partie favorise les pratiques traditionnalistes et « anciennes » celles-ci ayant tendance à mener vers une productivité réduite et a un gaspillage des ressources en eau agricole. (Mollard, 2018)

Cette peur du changement est aussi due à d'autres facteurs :

- ✓ Manque de moyens : trésorerie, force de travail, etc....
- ✓ Manque de connaissance des agriculteurs ou maîtrise technique insuffisante.
- ✓ Écologie inadéquate ou mise en valeur peu compétitive.
- ✓ Objectifs spécifiques des producteurs.
- ✓ Contraintes sociales et résistance culturelle.
- ✓ Aversion psychologique au risque.
- ✓ Difficulté de la « déconstruction » et de la reconstruction d'un fonctionnement.

L'incertitude de l'implémentation d'une nouvelle configuration technico-économique :

Ici, l'agriculteur va engager un changement qui implique deux phases concrètes : une période de rupture et de fonctionnement ultérieur. La rupture comprend la reconstruction d'un fonctionnement et la déconstruction d'un cadre de références et de synergies patiemment construit. (Mollard, 2018)

En revanche, l'incertitude qui entoure le fonctionnement ultérieur de l'exploitation agricole est vécue différemment selon la configuration du couple exploitation agricole-environnement et selon le type d'innovation. En particulier, elle varie selon qu'il s'agit de :

- ✓ **Imitation d'un voisin** : le marché préexiste, et les techniques sont à imiter avec un minimum d'adaptation personnelle.
- ✓ **De mettre à profit un débouché agro-alimentaire** : le produit est quasiment fixé, mais les techniques culturales nécessitent une mise au point.
- ✓ **De construire, sur une initiative personnelle** : une production révolutionnaire dans la région (avec les techniques adéquates) et de conquérir un marché. *(Mollard, 2018)*

Les degrés du risque : En recherche opérationnelle, les informations disponibles et la nature des aléas survenus, ainsi que les appréciations objectives et subjectives d'événements dont les évolutions sont conjoncturelles ou aléatoires, non encore vécues ou mal connues catégorisent les risques selon leurs probabilités raisonnables.

En ce qui concerne l'exploitation agricole, la distinction entre l'incertitude et le danger mène l'agriculteur, dans la mesure de ses moyens, à gérer son exploitation de manière à ce que le péril global soit quasiment nul. Pour lui, le calcul d'une probabilité selon laquelle, une période donnée sur dix ans présenterait des précipitations satisfaisantes sans aucune signification. Il perçoit donc les aléas comme une contrainte permanente. Quelle que soient leur intensité et leur occurrence. *(Mollard, 2018)*

Selon Guy FAURE et ses co-auteurs, pour éviter toutes barrières qui inhibent l'innovation en agriculture, il est indispensable de mettre en place un conseil agricole, celui-ci peut s'appuyer sur différentes approches : par le degré de prise en compte des demandes et des connaissances des agriculteurs ou par l'importance accordée aux apprentissages et à l'autonomisation des agriculteurs. *(Faure et al., 2020)*

Selon les auteurs, le choix de l'approche dépend à la fois de la nature du problème à traiter et des solutions à mettre en œuvre, mais aussi des capacités des conseillers, des objectifs que se fixent les organisations de conseil, et enfin des mécanismes de gouvernance et de financement du conseil. Dans un sens large, le conseil agricole va permettre de mettre en place les dernières technologies agricoles au sein des exploitations agricoles de façon à mieux gérer les ressources, et ainsi, à accroître la productivité. *(Faure et al., 2020)*

Dans le monde, 277 millions d'hectares sont irrigués *(FAO, 2002)* sur 1,4 milliards d'hectares de terres arables au total. Ils fournissent environ 1/3 de la production alimentaire mondiale.

Trois pays (Inde, Chine, États-Unis) représentent 50 % des surfaces irriguées totales. 80 % de la nourriture produite au Pakistan provient de terres irriguées, 70 % pour la Chine, mais moins de 2 % pour le Ghana, le Mozambique ou le Malawi.

En France l'agriculture, comme dans le reste du monde, est la première activité consommatrice d'eau (plus de 50 % des volumes consommés et jusqu'à 80 % en été). En 2000, 2,63 millions d'hectares de terres agricoles ont été irrigués contre 0,8 million en 1970 (soit + 229 % en 30 ans). 5,7 % de la surface agricole utilisée (SAU) sont irrigués (maïs en particulier). Les régions qui recourent le plus à l'irrigation sont l'Aquitaine, la vallée du Rhône, la Beauce, les Pays de la Loire et le Poitou-Charentes. Le taux d'équipement d'irrigation se stabilise à un niveau de 2,7 millions d'ha équipés, avec des variations annuelles expliquées par la météorologie. Les spécialisations régionales agricoles aboutissent à ce que 3 régions (Aquitaine, Centre et Midi-Pyrénées) concentrent 50 % des surfaces irriguées. En 2003, seules 2/3 des exploitations possédaient un compteur d'eau volumétrique. Une partie de l'irrigation n'est pas déclarée. (*Le Monde, 2005*)

La nécessité de mieux gérer les ressources en eau appelle à une réglementation et à la taxation des prélèvements.

Une irrigation inadaptée ou mal conçue peut être source de diffusion de pathogènes, de polluants (irrigation avec eaux mal épurées) en zones arides dû à un phénomène de salinisation. (*TechnoScience, s. d.*)

L'irrigation peut aussi affecter les écosystèmes, le paysage, ou l'agriculture en amont ou en aval, à cause des volumes d'eau détournés des cours d'eau. On donne souvent l'exemple de la mer d'Aral polluée et en partie vidée à cause de l'irrigation du coton en amont. (*TechnoScience, s. d.*)

Cette revue de littérature nous a permis d'obtenir une vue d'ensemble des principaux travaux réalisés dans le cadre de l'innovation dans l'irrigation des terres agricoles, et les différentes mesures mises en œuvre afin de lutter contre le stress hydrique.

Toutefois, la littérature ne contient pas assez d'informations quant à la question de l'impact de l'innovation sur la gestion de l'eau agricole, ainsi que sur les déterminants de l'innovation dans ce secteur, il est également difficile de trouver des informations récentes sur le développement de l'innovation en irrigation en Algérie.

Section 02 : L'innovation

2.1.1 Qu'est ce que l'innovation ? :

L'innovation est un concept complexe et multidimensionnel. Depuis la fin des années 1880, les chercheurs ont utilisé le terme « innovation » pour décrire quelque chose d'inhabituel, l'origine de ce mot vient du latin « innovare » qui signifie « faire quelque chose de nouveau ».

Aucun précurseur n'a été aussi influent que Schumpeter, il a défini l'innovation en 1934 comme étant « un processus de mutations industrielles, qui révolutionnent sans cesse la structure économique de l'intérieur et détruisant sans cesse l'ancienne en créant sans cesse une nouvelle ».

Au fil des années, plusieurs auteurs ont développé leurs recherches en donnant d'autres définitions plus précises de l'innovation :

Mohr (1969) a défini l'innovation comme étant une fonction d'interaction entre la motivation à innover, la force des obstacles à innover et la disponibilité des ressources pour surmonter ces obstacles.

Drucker (1985) dit que l'innovation est un outil spécifique des entrepreneurs pour exploiter le changement pour une entreprise ou un service diversifié et une discipline qui peut être apprise et pratiquée.

Selon Rogers (2003), l'innovation peut être une idée, une pratique ou un objet qui est perçu comme nouveau par un individu ou par une autre unité d'adoption. (*Revue internationale du chercheur, 2020*)

Dernièrement, Taques, Lopez et al. (2020) ont défini l'innovation comme étant une source d'avantage concurrentiel pour les entreprises, soit par l'amélioration des méthodes capables de générer de nouveaux biens et services, soit en améliorant les biens et services déjà existants.

2.1.2 Typologies d'innovation :

La littérature propose une multitude de classements des types d'innovation.

De façon générale, trois typologies sont distinguées et cela en fonction de la nature, de l'objet et du degré de nouveauté introduit par l'innovation. Ces typologies peuvent être complémentaires et permettent de mieux caractériser l'innovation.

- a. **Typologie suivant l'objet** : La définition de l'innovation fondée sur l'objet a connu une évolution importante. En effet, pendant longtemps, l'innovation a été abordée dans la littérature selon une perspective technologique. Ainsi, le premier manuel rédigé par l'OCDE (1991) était fortement marqué par une vision industrielle de l'innovation et distinguait deux types d'innovation : l'innovation technologique de produit et de procédés. (OCDE, 1991)

Par la suite, pour tenir compte de la complexité du processus d'innovation et de la diversité des manières dont les firmes innovent, et dans le souci de mieux couvrir le statut des entreprises d'innovation et de services non technologiques. (Bouali, 2018)

L'OCDE a proposé en 2005 la définition suivante : «L'innovation est la mise en œuvre d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'un nouveau mode de commercialisation ou un nouveau mode d'organisation dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures ». Cette définition fait référence aux quatre principaux types d'innovation : innovation de produit, innovation de procédés, innovation organisationnelle, et innovation de marketing ou de commercialisation. (Manuel d'Oslo, 2005)

- **L'innovation de produit** : correspond à « l'introduction d'un bien ou d'un service nouveau ou amélioré sur le plan de ses caractéristiques ou de l'usage auquel il est destiné ». Le concept de produit comprend à la fois les produits tangibles et intangibles (les biens et services). L'innovation de produit a un impact considérable sur la croissance des ventes et la bonification de la rentabilité de l'entreprise.
- **L'innovation de procédés** : Il s'agit de la mise au point ou l'emploi de nouvelles de production ou de distribution. Ces méthodes font référence aux changements dans les technologies et équipements utilisés pour produire des biens ou des services. Les méthodes de distribution, quant à elles, concernent la logistique de l'entreprise et comprennent le matériel, les logiciels et les techniques de sollicitation des intrants et d'attribution des fournitures à la source d'approvisionnement. Ces innovations visent à améliorer l'efficience ou l'efficacité de la production, principalement dans le but de réduire les prix et les coûts de production ou de distribution, mais aussi d'augmenter la qualité et de développer des produits nouveaux ou améliorés. Vu l'importance économique qu'elle génère, l'innovation de procédés a suscité beaucoup moins d'attention que l'innovation de produits dans la littérature (Reichstein et Salter, Schilling et Therin, 2006). Ceci dit, les deux types d'innovation sont essentielles pour la compétitivité des

entreprises. En effet, ces deux formes d'innovation sont souvent étroitement liées dans le sens où le développement de nouveaux produits incite les entreprises à mettre en place de nouveaux procédés de production, et ces derniers permettent de fabriquer de nouveaux produits.

- **L'innovation de commercialisation** : fait référence à « l'adoption d'une nouvelle méthode de commercialisation pouvant se traduire par des changements significatifs dans la conception, le conditionnement, le placement, la promotion ou la tarification d'un produit ». L'objectif visé par les entreprises en adoptant une innovation commerciale est de satisfaire au mieux les besoins des consommateurs, de s'étendre sur de nouveaux marchés ou de positionner autrement leurs produits sur le marché pour augmenter leurs ventes. Cette forme d'innovation est fortement liée à l'innovation de produit puisque les nouvelles techniques de commercialisation et les études de marché sont des facteurs clés de la réussite du développement ou du lancement de nouveaux produits.
- **L'innovation organisationnelle** : renvoie « aux nouvelles formes d'organisation du travail, les systèmes de gestion des connaissances, les méthodes de mobilisation de la créativité des travailleurs, ainsi que les nouvelles formes de relations entre les entreprises et leur environnement économique » (*Manuel d'Oslo, 2005*). Elle se manifeste à travers les individus, les équipes et la direction, permettant la formation d'une culture innovante et une acceptation interne générale des nouvelles idées. L'avantage de cette forme d'innovation est que les entreprises peuvent améliorer leurs performances en réduisant les coûts administratifs ou de transaction. Cela augmente la satisfaction au travail, l'accès à des biens non commerciaux. (*Manuel d'Oslo, 2005*)

b. Typologie suivant le degré de nouveauté : Les innovations peuvent également être classées selon leur degré de nouveauté. L'analyse de la littérature montre que les chercheurs ont utilisé les concepts d'innovation graduelle et radicale, qui forment les deux extrémités d'un continuum, pour déterminer la nouveauté de l'innovation.

Selon Cooper, les innovations fondamentales et incrémentales se distinguent par le degré de changement technologique, structurel et stratégique qu'une entreprise doit subir pour mettre en œuvre chaque innovation. Ce classement reflète donc la diversité de l'intensité des changements opérés par les entreprises, mesurée par la nouveauté des résultats obtenus et les risques pris.

L'innovation radicale : Il s'agit de l'introduction sur le marché d'un produit/service ou précédé entièrement nouveau à la fois pour l'entreprise et pour le marché.

De ce fait, Pedersen et Dalum estiment que l'innovation radicale constitue un changement de taille qui implique des modifications révolutionnaires de la technologie. Par conséquent, elle crée un haut degré d'incertitude dans les entreprises et même dans les industries. On s'attend donc à ce que l'impact des innovations radicales soit plus fort sur la performance des entreprises. Toutefois, les innovations radicales sont rares : seulement 10 % des innovations rentrent dans cette catégorie. (OCDE, 1991 ; Griffin, 1997 ; cites dans Garcia et Calantone, 2002)

- **L'innovation incrémentale** : pour sa part, consiste à améliorer un produit/service ou un procédé existant et à apporter des modifications ou des améliorations mineures aux technologies existantes (Oslo Manual, 2004, Popadiuk et Choo , 2006). Elle est progressive et cumulative. Elle vise à améliorer progressivement les produits, services, procédés ou équipements de l'entreprise pour mieux répondre à l'offre et à la demande du marché.

La classification des innovations par nouveauté est importante car elle permet de distinguer les innovations qui donnent lieu à un degré élevé de nouveauté de celles qui donnent lieu à de légères améliorations. Cependant, il a des limites à connaître. Premièrement, il y a le fait que la nouveauté d'une innovation est relative et évolue dans le temps. Ainsi, une innovation considérée comme radicale deviendra incrémentale au fil du temps à mesure que la base de connaissances se généralisera. (Manuel d'Oslo, 2005)

Aussi, une innovation est dite radicale pour une entreprise et apparaît comme incrémentale pour une autre. Par ailleurs, la radicalité de l'innovation change suivant qu'elle est abordée selon une perspective macroéconomique ou une perspective microéconomique. La macroéconomie mesure comment la caractéristique de l'innovation est nouvelle au monde, au secteur d'activité ou au marché. En revanche, la microéconomie mesure la nouveauté de l'innovation d'un point de vue de l'entreprise ou des consommateurs.

- c. Typologie suivant la nature** : L'innovation peut être technologique ou administrative. La distinction entre innovation technologique et innovation administrative est fondée sur le degré de changement lié aux activités de base de l'entreprise (Cooper, 1998). En effet, « l'innovation technologique se présente comme un ensemble de connaissances et de techniques tandis que l'innovation administrative concerne toute transformation opérée au niveau des dispositifs cognitifs collectifs, permettant à une

équipe, par l'apprentissage, d'atteindre des objectifs communs efficaces ». (*Bouali, 2018*)

Ainsi, l'innovation administrative se manifeste par « des changements de la structure organisationnelle, des procédés administratifs, des techniques de commercialisation et de la gestion des ressources humaines qui sont indirectement rattachées à son activité principale, mais directement rattachées à sa gestion » (*Chenier, 1997 ; Cooper, 1998 ; Read, 2000*). L'innovation technologique, quant à elle, concerne la fonction technique de l'entreprise et est hautement liée au développement de produits, procédés et équipements (*Chenier, 1997*).

2.2 Modèles et théories des auteurs :

2.2.1 Modèle de Schumpeter :

Selon Schumpeter, les préférences des consommateurs sont générées spontanément et non ressenties, ce qui signifie qu'elles ne peuvent pas être la cause du changement économique. De plus, les consommateurs au stade de développement économique jouent un rôle passif. Dans la théorie du développement économique. (Schumpeter, 1934)

Il a décrit le développement comme un processus historique de changements structurels, essentiellement motivé par l'innovation, qu'il a divisée en cinq catégories :

- Lancement d'un nouveau produit ou d'une nouvelle espèce de produit déjà connu.
- ✓ Application de nouvelles méthodes de production ou de vente d'un produit (non encore prouvées dans l'industrie).
- ✓ Ouverture d'un nouveau marché (le marché pour lequel une branche de l'industrie n'était pas encore représentée).
- ✓ L'acquisition de nouvelles sources d'approvisionnement en matières premières ou en produits semi-finis.
- ✓ Nouvelle structure industrielle telle que la création ou la destruction d'une position de monopole. (*Schumpeter, 1934*)

Schumpeter a donc affirmé que tout individu ou entreprise souhaitant réaliser un profit doit innover.

Au cours des années 1960, les concepts et les modèles de base nécessaires pour le cadre théorique de l'innovation en général, et l'innovation organisationnelle en particulier (*Victor, 1965 ; Wilson, 1966 ; Becker et al ; 1967, Knight & Kenneth, 1967*).

À la fin de cette période, les chercheurs ont également mené des études empiriques limitées mais impressionnantes visant à identifier les attributs organisationnels et environnementaux les plus pertinents pour l'innovation. (Crain 1966 ; Wilson 1966 ; Evan et al., 1967 ; Sapolsky & Harvey 1967 ; Mohr 1969 ; Aiken et al., 1970 ; Corwin 1972). Par conséquent, un grand nombre de structures et de processus organisationnels innovants, ainsi que de nombreux modèles matriciels, ont été développés et mis en pratique. (Rowe & Boise 1974, p. 284)

2.2.2 Modèle de Rogers (1983) : Modèle linéaire de l'innovation

Suite à la critique du rejet ou de l'acceptation de l'innovation par Abrahamson au début du processus de Rogers (1962, p. : 9), la diffusion de l'innovation qui s'ensuivit (Rogers 1983) fut rendue possible par le processus. La prise de décision est développée en cinq étapes avec des descriptions de catégories similaires. Il se produit à travers une série de canaux de communication sur une période de temps entre les membres d'un système social similaire : connaissance, persuasion, décision, mise en œuvre et validation, en grande partie par la conception de ce processus.

- **Le savoir** : Apparaît lorsqu'un individu (ou toute autre unité décisionnelle) découvre l'existence de l'innovation et comprend son fonctionnement.
- **La persuasion** : se produit lorsqu'un individu adopte une attitude favorable ou défavorable à l'égard de l'innovation.
- **La décision** : intervient lorsqu'un individu s'engage dans des activités menant à un choix d'adopter ou de rejeter l'innovation.
- **La mise en œuvre** : a lieu lorsqu'un individu applique une innovation.
- **La confirmation** : se produit lorsqu'un individu (ou une autre unité de prise de décision) cherche à renforcer une décision d'innovation, mais peut revenir sur cette décision antérieure s'il est exposé à des messages contradictoires concernant l'innovation. (Bouali, 2018)

2.2.3 Modèle de Drucker :

- Peter Drucker a cité dans son ouvrage intitulé « Innovation & Entrepreneurship » plusieurs principes à suivre quand il s'agit d'innovations en les divisant en deux catégories : « A faire » et « Ne pas faire » et celles-ci sont : (*Revue internationale du chercheur, s. d.*)

A faire :

- **L'innovation commence par l'analyse des opportunités** : Commencez par sept opportunités d'innovation : les éventualités, les désaccords de processus, le besoin de nouveaux processus et les changements inattendus dans l'industrie ou la structure du marché, l'évolution démographique, l'évolution des perceptions, l'importance et les nouvelles connaissances.
- **L'innovation est une activité conceptuelle et cognitive** : Le deuxième impératif est d'agir : aller voir, demander et écouter. Les innovateurs qui réussissent font des analyses en se demandant comment l'innovation rencontre l'opportunité. Ensuite, ils vont à la rencontre du client/utilisateur et découvrent ses attentes, ses valeurs et ses besoins.
- **L'innovation, pour réussir, doit être simple et ciblée** : Si l'innovation n'est pas simple, elle ne réussira pas. Tout ce qui est nouveau est un problème : si c'est compliqué, on ne peut pas le réparer ou le résoudre. Toute innovation réussie est étonnamment simple. En fait, la plus grande reconnaissance pour une innovation, c'est quand les gens disent : « C'est tellement évident. Pourquoi n'ai-je pas pensé à ça ? ». ▪ **L'innovation doit commencer par « petit »** : L'innovation n'a pas besoin d'être grande. Il faut que ce soit quelque chose de spécifique, de spécifique. Au début, il faut un peu d'argent, un petit nombre de personnes et un petit marché limité.
- **Une innovation réussie vise à diriger** : si une innovation n'est pas orientée vers le leadership, elle n'est probablement pas « suffisamment créative ». (Journal international des chercheurs, p.171)

A ne pas faire :

- **Les innovations ne doivent pas être très «intelligentes»** : Les innovations doivent être menées simplement. Tout ce qui est fait de manière très « intelligente » que ce soit pour la conception ou la finition, est mis en échec par forte probabilité.
- **Beaucoup de choses ne devraient pas être faites à la fois** : Les innovations ont besoin de énergie et effort commun. Il faut aussi que les innovateurs se comprennent.
- **N'innove pas pour le futur, mais pour le présent** : Une innovation peut avoir un impact à long terme, mais requiert du temps pour atteindre sa maturité. L'innovation devrait constituer une solution aux problèmes rencontrés par l'entreprise au moment de l'innovation. (*Revue internationale du chercheur, p.171-172*)

2.3 - L'importance de l'innovation :

Au cours des trente dernières années, l'innovation a été considérée par de nombreux auteurs comme le moteur du développement des nations, du progrès technologique et de la réussite des entreprises (Manu et Sriram 1996, p : 79). Il est établi que l'apport de l'innovation à la survie et au développement des entreprises est un concept accepté par la plupart des dirigeants. L'importance centrale de l'entreprise ainsi que de ses efforts d'innovation est un point clé, car elle implique que les politiques économiques ne peuvent avoir d'impact sur l'innovation que si elles incitent les entreprises privées à innover.

Il convient de noter que l'innovation d'aujourd'hui ne se limite pas à créer quelque chose de nouveau, mais qu'elle représente également une panacée pour un large éventail de problèmes liés aux conseils d'administration. (Kotsemir 2013, p : 3).

L'accent traditionnel mis sur la productivité et le contrôle des coûts n'est tout simplement plus suffisant pour garantir le succès concurrentiel. L'innovation est reconnue comme une exigence pour améliorer, différencier et différencier les produits proposés pour créer de la valeur ajoutée telle que perçue par les clients dans un environnement commercial en évolution rapide (Seram et al., 2015). L'innovation est un enjeu économique qui concerne aujourd'hui toutes les entreprises : grandes ou petites, industrielles ou de services, etc. (Lacom et al. 2015, p : 2) Les théories qui viennent d'être évoquées s'inspirent des idées de Schumpeter (1934, 1942), ses principaux arguments peuvent se résumer comme suit :

- **L'innovation vient des entreprises** : les entreprises innovantes qui réussissent tirent des bénéfices économiques du monopole temporaire que l'innovation leur confère.
- **L'innovation et la diffusion de nouvelles technologies stimulent la croissance économique** : L'innovation introduit de nouvelles pratiques souvent révolutionnaires pour les entreprises, car elles génèrent d'importantes économies de temps et d'argent, conduisant à une forte croissance économique
- **La croissance économique stimule la croissance des intrants** :
- D'autre part, l'innovation est liée à la compétence fédératrice de l'entreprise : les dirigeants utilisent l'innovation pour résoudre les problèmes et défis de l'entreprise, permettant de créer le rythme de survie et de réussite de l'entreprise, qu'elle soit présente ou future (Schumpeter,

1934 ; Burns et Stalker, 1961 ; Hult, Hurley et Knight, 2004 ; Hurley et Hult, 1998 ; Porter, 1990) tel que cité par (Zawawi et al, 2016), p : 88). Khazanchi, Lewis et Boyer (2007) soutiennent également que l'innovation représente un pilier stratégique des entreprises, car elle peut être une source supplémentaire de revenus provenant de nouveaux produits ou services, et peut aider à réduire les coûts ou à améliorer la qualité des processus existants.

L'innovation occupe une place plus importante dans le monde d'aujourd'hui car les produits, les services et les technologies évoluent très rapidement pour conquérir le cœur des clients, générant ainsi des profits, cette méthode a été adoptée par de nombreuses entreprises. Les entreprises qui réussissent s'appliquent à accroître leur compétitivité. (Zawawi et al, 2016, p : 91).

L'importance de l'innovation n'est pas seulement pour la compétitivité des organisations mais aussi pour le développement social. Récemment, l'innovation devient un facteur important pour la croissance des organisations dans un monde hautement concurrentiel (Alharbi, Jamil, Mahmood, Shaharoun 2019). L'innovation peut être une source d'avantage concurrentiel pour les entreprises en améliorant les méthodes et techniques de création de produits et services ou en améliorant les produits et services existants (Taques et al. le, 2020, p : 1).

Section 3 : L'agriculture et l'innovation agricole

L'agriculture :

Dans cette partie nous allons définir les concepts clés relatifs au domaine de l'agriculture en général, qui nous seront nécessaires à connaître dans le cadre de cette recherche, à savoir l'agriculture, les cultures maraichères, la production etc...

3.1- Qu'est ce que l'agriculture ? :

a- L'agriculture est le travail de la terre, exploitation du milieu naturel permettant la production des végétaux et des animaux nécessaires à l'homme.

- **L'innovation agricole :**

Plusieurs auteurs ont œuvré afin d'apporter à la littérature une définition claire de ce qu'est l'innovation agricole.

Muchnik (1998) dit que l'innovation peut être définie comme la mise en pratique ou l'appropriation d'une invention par les producteurs.

Dans le secteur agricole, l'innovation se présente dans l'introduction d'une pratique agricole nouvelle, et plus rarement l'adoption d'un comportement socio-économique nouveau (Chantran, 1972).

Selon Adams (1982) l'innovation est une nouvelle idée, une méthode pratique ou technique permettant d'accroître de manière durable la productivité et le revenu agricoles.

En bref, nous pouvons dire que l'agriculture est une activité traditionnelle et fondamentale de la civilisation humaine. Son apparition dans les sociétés préhistoriques marque une étape importante dans l'évolution humaine. « La terre constitue la principale source des richesses ».

3.2- Typologies de l'agriculture :

Nous distinguons deux types principaux de l'agriculture : l'agriculture biologique et l'agriculture raisonnée.

L'agriculture biologique : Cette expression qualifie une agriculture basée initialement sur des motivations philosophiques, qui ont été traduites peu à peu techniquement. (*Robin, 1999*) Trois grands courants ont parcouru l'agriculture biologique : Biodynamique, Organique, Organobiologique (*de Silguy, 1994 ; Viel, 1979*).

Biodynamique : Le courant « biodynamique » a émergé en Allemagne et en Autriche, dans les années 1920, par Rudolf Steiner, qui a cherché à appliquer à l'agriculture ses principes spirito-scientifiques, fondés sur la prise en compte d'une réalité physique d'une part, et "ce qui échappe aux sens", comme la vie ou les phénomènes psychiques..

Organobiologique : Le courant « biologique » de l'agriculture a vu le jour en Autriche et en Suisse, dès les années 1930, par les travaux de H. Müller, créateur de l'agriculture « organo-biologique », repris par de H. P. Rusch en Autriche (de Silguy, 1994) et Lord Nothbourne, inventeur du mot « organic farming » en 1940.

L'agriculture biologique est donc celle qui bannit tout produit chimique (engrais, pesticides, etc....). C'est donc celle pratiquée dans les pays en développement (PED) et dans les pays les moins avancés (PMA), pourtant une telle agriculture ne peut plus être appliquée compte tenu des innovations intervenantes pour améliorer les produits agricoles.

L'agriculture raisonnée : il s'agit du mode de fonctionnement d'une exploitation agricole cherchant à allier respect de l'environnement et rentabilité économique.

Il existe aussi d'autres types d'agricultures qui sont les suivants :

L'agriculture conventionnelle : C'est la technique de culture la plus classique et la plus répandue pratiquée dans de nombreux pays développés depuis la mécanisation de l'agriculture. Cependant, de nombreux produits chimiques, herbicides, fongicides et divers autres pesticides sont utilisés. On connaît désormais les effets néfastes de ces traitements sur la santé humaine et sur l'ensemble de la vie végétale et animale. La vie présente dans le sol, appelée biomasse, tend à disparaître, appauvrissant le sol. L'utilisation d'engrais chimiques devient alors nécessaire, créant un cycle d'enfer et de destruction. Plusieurs auteurs ont mené des études sociologiques pour caractériser les agriculteurs qui se définissent comme « conventionnels » par rapport aux autres agriculteurs, en particulier ceux qui sont considérés comme « durables ». et al, 1999 ; Kotile et Martin, 2000). Contrairement à l'agriculture « biologique » (Kirchmann et Thervalsson, 2000).

L'agriculture durable : L'expression « agriculture durable » traduit la détermination de développer une agriculture qui contribue à la « durabilité ». (Bosshard, 2000)

L'agriculture durable peut se comparer à l'agriculture extensive. Elle est diversifiée car dans sa forme traditionnelle elle ressemble à l'agriculture de subsistance, et est plus pratiquée dans les pays du tiers-monde, avec peu de machines agricoles mais beaucoup de travail, couvrant de grandes surfaces, utilisant la mécanisation et moins de main d'œuvre. Comme l'agriculture biologique, l'agriculture durable vise à utiliser le sol sans l'épuiser afin qu'il puisse être transmis aux générations futures. (Riav, s. d.)

- **L'arboriculture** : Domaine de l'agriculture qui traite de la culture en pépinières, des arbres et des plantes ligneuses... Culture des arbres fruitiers ou d'ornement.

- **Le maraîchage** : Le maraîchage, ou horticulture maraîchère ou agriculture maraîchère est la culture de végétaux à usage alimentaire dans le but de réaliser un profit ou simplement d'en vivre, c'est l'élément majeur qui le distingue du jardinage. (*Riav, s. d.*)

- **L'agroéconomie** : L'économie agricole tombe sous le secteur primaire de l'économie. Elle s'occupe de la transformation des richesses du sol en produits primaires. L'économie agricole est donc vitale dans les pays de tiers monde, là où la population ne survit que de l'agriculture. (*Riav, s. d.*)

3.3- La production :

La production nationale : est la valeur des biens et services vendus (chiffre d'affaires), la production autoproduite (celles produite par elles-mêmes) et la variation des stocks de biens produits ou en cours d'exportation. Mesuré au prix de base.

La production domestique : est mesurée par les comptes nationaux ; c'est celle résultant d'un travail accompli dans le cadre familial et nécessaire au bon déroulement de la vie quotidienne dans les normes sociales actuelles. (*J. PIRIOU, op.cit., p.91*)

Selon le système de comptabilité nationale, la production représente l'activité économique relative à la création de biens et services s'échangeant sur le marché à partir des facteurs de production qui s'échangent également sur le marché. Afin d'examiner la production, on préfère utiliser les unités de production cohérentes plutôt que les secteurs institutionnels. Ces unités sont regroupées en branches. La production (P) se décompose en P marchandes (PM), en P pour emploi final propre (PEFP) et en autre P non marchande (APNM). $P = PM + PEFP + APNM$. (*N. BAHATI, cours de comptabilité nationale, G3 Economie/U.O.B, 2016-2017*)

Le rapport qui existe entre la production et les facteurs utilisés pour obtenir celle-ci s'appelle productivité.

Le produit : Il s'agit de biens ou services produits dans le but de satisfaire un besoin. Les Produits sont créés par des processus naturels ou par le travail humain (produits de la terre ; animaux, produits chimiques, végétaux et produits volcaniques)

Un produit est un bien ou un service qui est le résultat d'un processus de production. En comptabilité d'entreprise, le bénéfice est égal au revenu (revenu moins dépenses).

Section 4 : L'irrigation

4.1 - Qu'est ce que l'irrigation ? :

L'irrigation est l'opération qui consiste à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés afin d'accroître la production et permettre leur développement normal en cas de déficit hydrique induit par un déficit pluviométrique, un sur-drainage ou diminution du niveau des nappes phréatiques, en particulier dans les régions arides (*TechnoScience, s. d.*)

4.2 - Surface agricole utilisée (SAU) : La superficie agricole utilisée (SAU) est un outil statistique autre que la SAT (superficie agricole totale) utilisée pour évaluer la superficie des terres utilisées par les agriculteurs pour la production agricole.

Selon (FAO, s. d.), les terres arables sont « des terres dont au moins 30 % sont utilisées pour l'agriculture ou l'élevage ».

SAU se compose de :

- Terres cultivées (cultures, horticulture, arboriculture, cultures fourragères, pâturages artificiels, etc.).
- Toujours des espaces verts (prairies permanentes, prairies de montagne).
- Cultures permanentes (vignes, vergers, etc.).
- Jardin du fermier.

Les terres agricoles utilisées ne comprennent pas les terres forestières. Comprend les terres en jachère, c'est-à-dire les terres où la production a cessé (fermées). Ces zones appartiennent à des terres arables.

4.3 - Aire d'irrigation :

L'aire d'irrigation peut être définie globalement aujourd'hui comme une partie continue de l'espace agricole comptant des cultures irriguées et présentant des caractères macroscopiques d'homogénéité relative d'un point de vue phytogéographique, topographique et parcellaire qui traduit un degré et des types d'occupation du sol par des cultures irriguées à une date donnée et des parcelles adjacentes ou associées supposées irrigables. (*Potin, 2012*)

Une aire géographique d'irrigation est composée de plusieurs exploitations agricoles pratiquant l'irrigation, et peut correspondre à un ou plusieurs systèmes d'irrigation et mettre en jeu des systèmes, périmètres et parcelles irrigués, de natures diverses, tels que :

- Périmètres terrassés de montagne avec réseau de distribution traditionnel et pompes individuelles complémentaires plus ou moins développés,
- Parcelle irriguée de lits majeurs d'oued et de vallée plus ou moins compact (gravitaire collectif et pompes individuelles),
- Périmètres collectifs gravitaires modernes,
- Parcelle irriguée de plaine plus ou moins dispersée avec pompes individuelles,
- Parcelle irriguée à partir de pompes individuelles dans lacs collinaires,
- « Périmètres » maraîchers du sahel côtier dotés de pompes individuelles,
- Parcelle avec serres individuelles,
- Périmètres de la Générale des concessions agricoles (GCA),
- Grands plans d'investissements agricoles (GPI),
- Périmètres de décharge de crues,
- Périmètres oasiens avec pompes individuelles ou collectives de complément plus ou moins développés (palmeraies et groupe de palmeraies).

4.4 - Périmètre collectif :

Un périmètre irrigué est un espace irrigué cohérent d'un seul tenant, constituant un ensemble d'exploitations irriguées et de systèmes d'irrigation collectifs relativement homogènes organisés en fonction d'un ordre hydraulique partiellement collectif (mobilisation et adduction collective, réseaux de distribution semi-collectifs), avec tour d'eau et droits d'eau collectifs et individuels. La plupart du temps, les périmètres collectifs sont de types gravitaires par dérivation des eaux superficielles de sources ou d'Oued.

4.5 - Méthodes et techniques d'irrigation agricole :

- **Irrigation de surface :** L'irrigation de surface consiste à amener l'eau au point le plus haut de la terre et à la laisser s'écouler par gravité. L'eau est ensuite distribuée sur le champ soit par

submersion (irrigation par bassin) soit entre les sillons du sol (irrigation par sillons), soit par ruissellement à la surface du lit d'irrigation (irrigation par le sol).

- **Irrigation par bassins** : Les étangs sont constitués de bassins en terre à fond presque plat entourés de remblais bas ou surélevés, ces derniers destinés à empêcher le passage de l'eau vers les champs adjacents. Il est couramment utilisé pour irriguer les rizières plates et les terrasses des collines. La méthode du bassin est également utilisée pour l'irrigation des arbres fruitiers. Dans ce cas, un petit bassin est placé autour de chaque arbre. En général, cette technique d'irrigation s'applique à toutes les cultures qui tolèrent une submersion prolongée.

- **Irrigation à la raie (par sillons)** : Un sillon est une petite rigole en terre placée dans le sens de la pente du terrain, dont le but est de transporter l'eau entre les rangées de plantes. L'eau s'infiltré dans le sol principalement du côté du billon vers la pente du sol. En général, les plantes poussent sur des sillons qui séparent les sillons. Cette technique s'applique à l'irrigation de toutes les cultures en ligne et de toutes les cultures qui ne tolèrent pas la submersion prolongée des feuilles et des collets dans l'eau (cela peut durer 12 à 24 heures).

- **Irrigation par aspersion** : La technique d'irrigation par aspersion est conçue suivant le modèle de l'irrigation pluviale. L'eau est refoulée sous pression dans un réseau de conduites, ensuite elle est diffusée par des asperseurs par rotations sous forme d'une pluie artificielle.

- **Irrigation au goutte à goutte (ou micro irrigation)** : Elle consiste à projeter l'eau sous pression dans un système de canalisations (généralement en PVC) pour être ensuite distribuée en gouttes au champ par un large nombre de gouteurs répartis tout le long des rangées des plantations. La zone humidifiée du sol est celle située au voisinage immédiat des racines des plantes. Par conséquent, cette méthode d'irrigation a un haut degré d'efficacité de distribution d'eau.

- **Le pivot d'irrigation** : Les pivots d'irrigation se différencient des autres appareils par leur fonctionnement circulaire ou en forme d'éventail. En utilisation, l'appareil effectue un tour complet ou un demi-cercle (selon le besoin et la méthode d'installation). Le pivot permet de travailler sur de très grandes surfaces grâce à sa facilité de manipulation et de mise en œuvre. Son choix doit être fait avec soin avec l'aide d'un professionnel.

4.6 - L'importance de l'irrigation :

L'irrigation ne se limite pas à fournir de l'eau aux terres cultivées afin compléter les précipitations nécessaires à la pleine croissance des cultures. Elle représente une série de

mesures pour le développement intégré de l'agriculture et des zones rurales, visant non seulement à augmenter la production et à améliorer le niveau de vie des agriculteurs, mais aussi à protéger l'environnement. La consommation d'énergie (électricité, carburant, etc.) est économisée, notamment grâce à l'économie de terres agricoles et d'eau d'irrigation. (PLAUCHU, 2003).

D'un point de vue économique, la pratique de l'irrigation est à l'origine d'une augmentation de la production alimentaire globale dans l'ensemble des pays du tiers monde.

Répondant ainsi à une demande de produits alimentaires qui a considérablement augmenté suite à l'essor démographique qui s'est manifesté dans la majorité des pays en voie de développement où, dans certains, la population double tous les 25 à 30 ans. (DE REGT, 1990).

Section 5 : Définitions GPI et PMH (Grands périmètres irrigués / Petites et moyennes hydrauliques)

5.1 - Superficie équipée : La superficie équipée est l'aire géographique brute sur laquelle est installé un réseau d'irrigation - drainage ; elle comporte donc les pistes intérieures des périmètres ainsi que les emprises des divers réseaux.

5.2 - Superficie irrigable : La superficie irrigable est la superficie équipée, diminuée des emprises des pistes et réseaux. La superficie irrigable correspond à 80 % de la superficie équipée.

5.3 - Superficie irriguée : La superficie irriguée est la somme de la superficie des parcelles complantées ou cultivées, et effectivement irriguées durant une année donnée. Elle correspond à la superficie irriguée développée de la PMH. (*Potin, 2012*) En 2022, la superficie irriguée en Algérie est passée à 1,43 millions d'hectares. (*MADR, 2022*)

5.4 - Définitions PMH :

a. SAU irriguée physique : La SAU irriguée physique correspond à la somme structurelle des superficies des parcelles irriguées dans l'année. La superficie des surfaces agricoles irriguées en Algérie est passée de 350.000 hectares en 2000 à près de 1,5 million hectares en 2021, représentant près de 17% de la surface agricole utile. (*MADR, 2022*)

b. SAU irriguée développée : La SAU irriguée développée correspond à la somme des superficies irriguées récoltées par culture dans l'année (estimation des séries B et du RGA 2001). Une parcelle pouvant comporter 2 cultures dans l'année (tête d'assolement d'hiver ou de printemps suivie d'une culture dérobée d'été ou d'automne) ; ou une culture basse pouvant être pratiquée en intercalaire (sous-étage) d'une plantation ou d'une autre culture, ou une parcelle pouvant comporter 2 culture mixtes de même strate. "Dans ces cas, les parcelles affectés sont comptées deux fois."

c. SAU irrigable : Il s'agit d'une superficie potentielle pouvant être irriguée pour toutes les exploitations de la zone considérée si l'alimentation en eau est suffisante selon l'état actuel des équipements hydrauliques installés, des terres irriguées locales et des facteurs de production des exploitations existantes..

Le stress hydrique peut être causé par une large ou très faible quantité d'eau. Un exemple d'excès d'eau est l'inondation. Le stress hydrique est beaucoup plus courant, c'est pourquoi le terme stress hydrique est abrégé en stress hydrique. (*Kelaleche, s.d.*)

Les pénuries d'eau se manifestent par une combinaison, d'une part, d'une disponibilité limitée en eau dans le sol et, d'autre part, d'une augmentation de la demande évaporative. La tolérance à la sécheresse est la capacité d'une plante à pousser et à produire des résultats satisfaisants dans des zones sujettes à de fréquentes pénuries d'eau. (Chaves et al., 2002, Tardieu et al., 2006)

CHAPITRE II : CADRE METHODOLOGIQUE

1. Données :

Nous allons présenter dans cette partie la population et l'échantillon de notre étude puis, présenter nos variables de mesure.

1.1 Population et échantillon :

Nous avons obtenu l'échantillon de notre étude comme suit :

Avec l'aide d'un fournisseur de semences, nous avons pu obtenir un répertoire de 31 agriculteurs issus de l'Oranie, le Constantinois et la région Nord-est du Sahara ayant des profils différents. Le but étant d'avoir une vue d'ensemble sur l'étendue de l'innovation dans le secteur agricole au niveau national, étant donné que l'irrigation est l'un des principaux piliers de la durabilité, et de la réussite de l'activité agricole.

Nous avons également obtenu grâce à l'unité Mitidja Centre de l'ONID (Office Nationale de L'irrigation et du Drainage) les contacts de 16 agriculteurs de la région aux profils correspondants, aptes à répondre à notre enquête.

Pour finir, nous avons pu collecter via le réseau social LinkedIn, les e-mails de 33 agriculteurs et ingénieurs agronomes, auxquels nous avons transmis notre questionnaire avec explication détaillée du but de notre recherche. Nous avons contacté au final un total de 80 personnes. 40 d'entre elles ont acceptées de répondre à notre questionnaire

1.2 Variables de mesure :

En tenant compte des hypothèses définies précédemment, nous identifions un ensemble de variables. Une variable dépendante concernant la sortie de la crise hydrique, ainsi qu'un ensemble de variables indépendantes concernant l'innovation.

Variable dépendante : « Sortie de la crise hydrique »

La variable dépendante « sortie de la crise hydrique » fait référence aux agriculteurs ayant adopté l'innovation, le but étant de savoir si cette dernière leurs a permis de sortir de la crise hydrique.

1.2.1 Variables indépendantes :

La sortie de la crise hydrique dans ce cas dépend de plusieurs facteurs, principalement l'adoption de l'innovation. En plus de celle-ci, nous retrouvons aussi les facteurs suivants :

- Âge : Il s'agit de la tranche d'âge des agriculteurs enquêtés, le but de cette information est de comprendre si l'âge est lié à l'adoption de l'innovation. (BELAIDI, 2013)
- Niveau d'instruction : Il s'agit du niveau d'éducation des agriculteurs et de savoir si l'instruction est importante pour innover. (BELAIDI, 2013)

2. Méthode :

Pour évaluer les relations entre les variables explicatives et la variable dépendante, une recherche quantitative est utilisée pour traiter notre question de recherche et est donc adoptée et, opérationnalisée à travers une enquête par questionnaire (BELAIDI, 2013) administré à un échantillon d'agriculteurs à travers l'Oranie, la Mitidja Centre, le Constantinois, et le Nord-est du Sahara algérien, afin d'obtenir les résultats les plus précis qui serviront à répondre à notre problématique posée et à confirmer ou infirmer les hypothèses posées.

Les agriculteurs de l'échantillon ont été contactés par le biais d'un questionnaire d'enquête construit à l'aide de Google Forms et a été distribué en ligne ainsi qu'au niveau de l'ONID de la Mitidja-Centre. Le questionnaire contient des questions ouvertes, dichotomiques, à choix multiples et des questions à échelle. (Cheriet et al., 2017)

En se basant sur les notions vues dans la littérature, notre questionnaire contient 4 rubriques :

- Informations sur l'exploitation et l'exploitant,
- Contraintes rencontrées sur l'exploitation,
- Systèmes d'irrigation et adoption de l'innovation,
- Freins de l'innovation.

Les données recueillies sont traitées statistiquement avec le programme SPSS (Statistical Package for the Social Sciences : version 28) en se référant à (BELAIDI, 2013).

Pour tester la validité de nos hypothèses, trois étapes d'analyse statistique sont menées. Tout d'abord, une analyse descriptive pour identifier les profils des répondants ainsi que des régions d'où ils proviennent. Deuxièmement, examiner la relation entre les différentes variables : Il s'agit de déterminer s'il y a une corrélation entre nos variables étudiées. Enfin,

nous effectuons une régression logistique binomiale pour expliquer le lien entre la variable dépendante et les variables indépendantes. (*BELAIDI, 2013*)

CHAPITRE III :
RÉSULTATS ET
DISCUSSIONS

Présentation du profil des répondants :

Les agriculteurs enquêtés exercent majoritairement dans leurs propriétés privées (50%) tandis que 35% d'entre eux sont exploitants au sein d'exploitations agricoles collectives (EAC) et 12,5% dans des propriétés en indivision. Parmi eux 60% possèdent plusieurs parcelles. (YAKOUBI, 2015)

Statut juridique de l'exploitation
40 responses

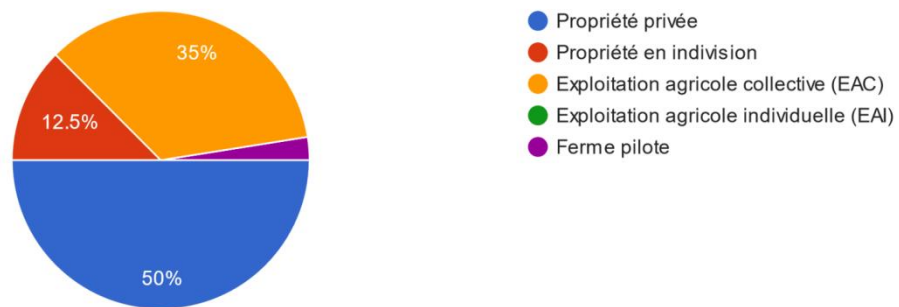


Figure 1 : Statut juridique des exploitations des agriculteurs enquêtés

Structure physique de l'exploitation
40 responses

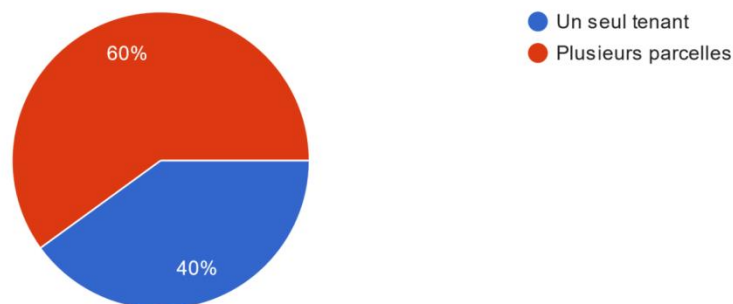
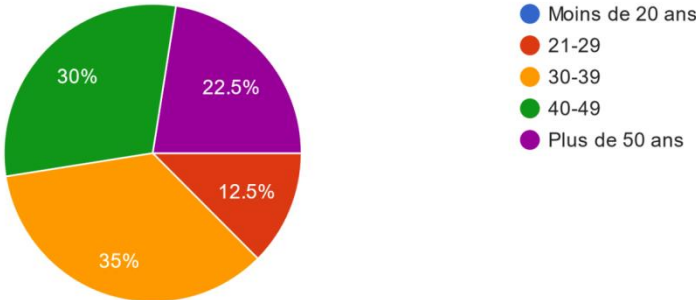


Figure 2 : Structure physique des exploitations

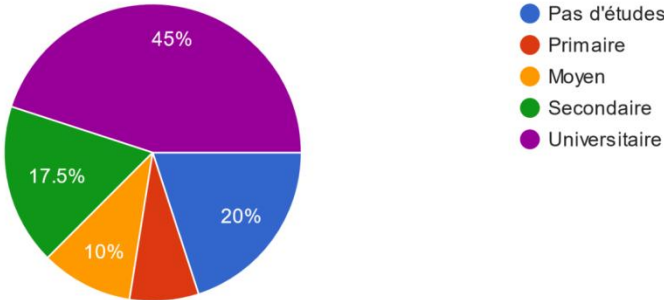
65% des enquêtés sont âgés entre 30 et 49 ans, tandis que 22,5% d'entre eux ont plus de 50 ans et 12,5% ont entre 21 et 29 ans, qu'une minorité d'entre ces individus est analphabète (20%) et 40% d'entre eux sont universitaires. La plupart de ces agriculteurs n'ont pas

effectué de formations en agriculture. Pour 67,5% d'entre eux, leur savoir en agriculture leur a été transmis par les membres de leur famille. Pour 32,5% d'entre eux, la majorité a effectué une formation universitaire en agriculture (ingénierie)

Votre âge
40 responses



Votre niveau d'instruction
40 responses



Figures 3 & 4 : Fréquences d'âge et niveau d'instruction des répondants

Avez-vous effectué des formations qualifiantes en agriculture ?

40 réponses

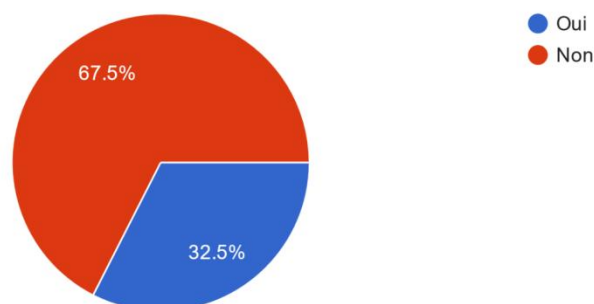


Figure 5 : Fréquences des agriculteurs ayant suivi des formations en agriculture

La majorité des enquêtés travaillent avec leurs familles ainsi que des salariés (40%) tandis que 15% recrutent des saisonniers et pour 27,5% des cas, ne recrutent que des salariés. 67,5% des agriculteurs enquêtés recrutent du personnel spécialisé (ingénieurs pour 73,1% des cas) tandis que 32,5% des agriculteurs enquêtés n'ont pas recruté de personnel spécialisé. (YAKOUBI, 2015)

Qui travaille dans votre exploitation ?

40 réponses

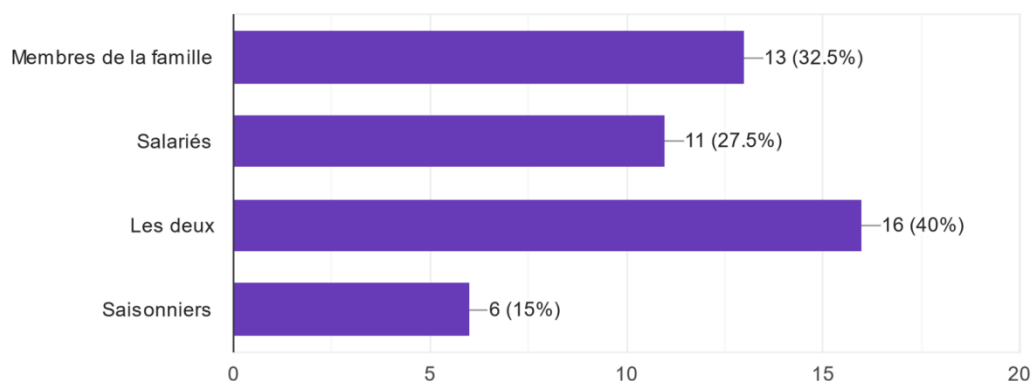


Figure 6 : Employés des exploitations des agriculteurs enquêtés

La majorité des agriculteurs rencontrent des contraintes liées au stress hydrique sont les exploitants d'arboricultures, les contraintes sont également présentes chez les exploitants de céréalières et cultures maraichères.

Avez-vous rencontré des contraintes liées au stress hydrique ?

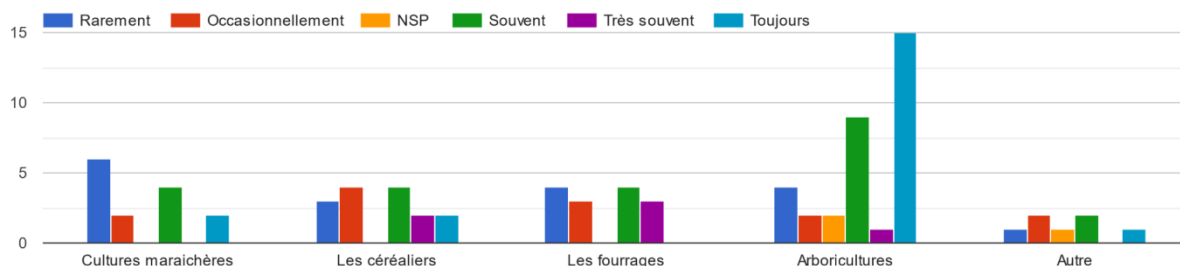


Figure 7 : contraintes liées au stress hydrique observées

Pour 85% des cas, leurs ressources en eau proviennent de barrages ou de puits, 10% d'entre eux se procurent leur eau agricole par les retenues et 12,5% par AEP (alimentation en eau potable)

D'où provient votre eau agricole ?

40 réponses

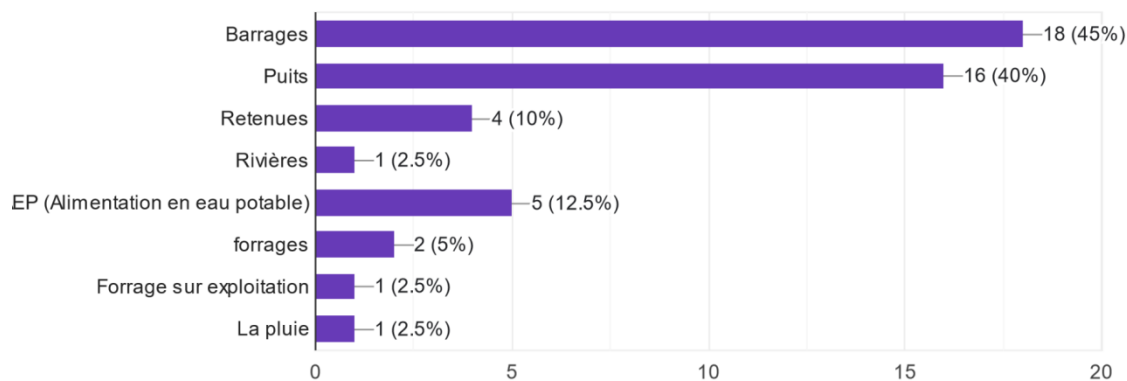


Figure 8 : Provenance de l'eau agricole

Le système d'irrigation au goutte-à-goutte est le plus répandu parmi les enquêtés avec un taux de 52,5%. Le deuxième système le plus observé est l'irrigation par aspersion avec un taux de 17,5%.

Avez-vous un équipement de stockage de l'eau?

40 responses

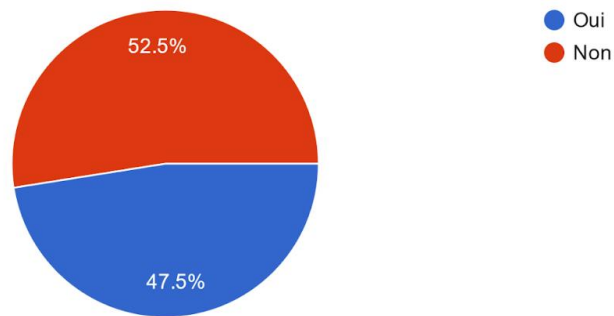


Figure 9 : Fréquences des agriculteurs possédant un équipement de stockage de l'eau

52,5% des agriculteurs enquêtés possèdent un équipement de stockage de l'eau, tandis que 47,5% d'entre eux n'en possède pas.

Comment jugez-vous vos quantités d'eau ?

40 responses

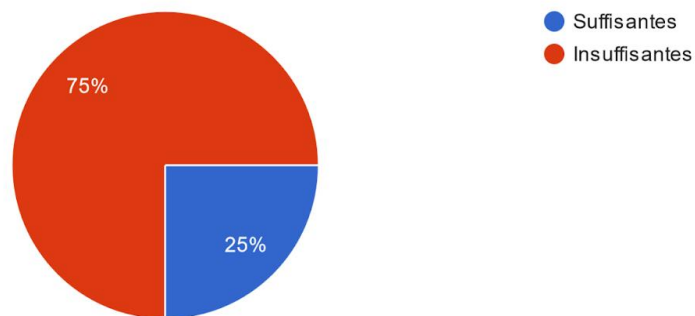


Figure 10 : Fréquences de la disponibilité d'eau des agriculteurs enquêtés

Pour ce qui est des quantités d'eau, seulement 25% des agriculteurs enquêtés jugent les quantités d'eau disponible suffisantes, ce qui reflète considérablement la présence du stress hydrique en Algérie.

Quelle méthode utilisez-vous pour l'irrigation ?

40 responses

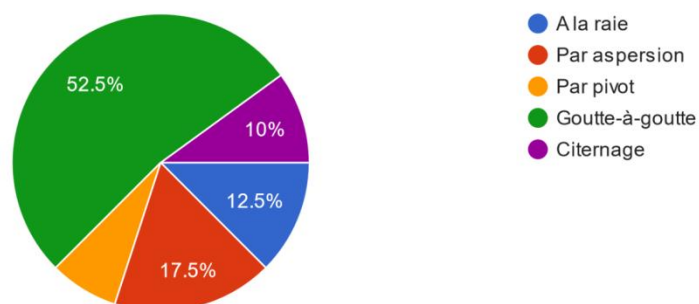


Figure 11 : Fréquences des systèmes d'irrigation utilisés

Pour ce qui est de l'adoption de l'innovation, 52,5% des répondants ont adopté des systèmes d'irrigation innovants tandis que 47,5% d'entre eux n'ont toujours pas innové.

Avez-vous développé des activités d'innovation pour l'irrigation ?

40 responses

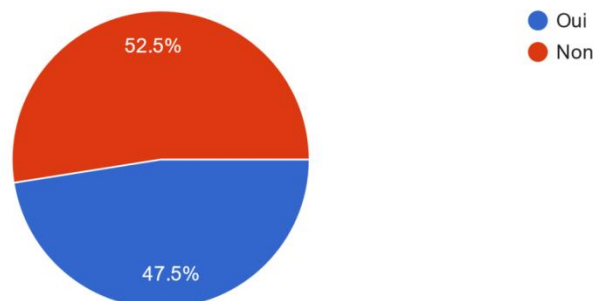


Figure 12 : Fréquences d'adoption de l'innovation par les répondants

Résultats des entretiens :

L'enquête a commencé par une série d'entretiens auprès de nos agriculteurs, les questions portaient sur 3 axes : La formation en agriculture, le financement des équipements d'irrigation, et la vulgarisation.

Axe 1 : La formation

Concernant la formation, 27 agriculteurs sur 40 affirment que leur savoir du domaine leur a été transmis par les membres de leurs familles et n'ont suivi aucune formation qualifiante dans ce domaine. En effet, la plupart affirment que « L'agriculture est un métier qui se transmet de père en fils ».

13 agriculteurs sur 40 quant à eux, ont effectué des formations en agriculture, toutes effectuées à l'université, la formation la plus observée est l'ingénierie agricole.

Quant aux formations proposées par la Chambre d'Agriculture, 31 agriculteurs sur 40 n'en ont pas suivi, 16 d'entre eux disent n'avoir aucune information au sujet de ces formations, et que le rôle de la Chambre d'Agriculture est quasi inexistant auprès d'eux.

Axe 2 : Le financement des équipements d'irrigation

Pour ce qui est du financement des équipements d'irrigation, l'ensemble des agriculteurs enquêtés ont financé leurs équipements par des fonds propres, aucune subvention ne leur a été accordée par l'État. 16 agriculteurs sur 40 affirment que « L'état n'accorde pas assez d'importance au secteur de l'agriculture, et le manque de ressources financières nous retarde sur le développement de nos activités au vu des coûts élevés des équipements d'irrigation ».

Axe 3 : La vulgarisation

Notre échantillon se divise dans cette partie en deux : Les adeptes et non adeptes de l'innovation.

Les adeptes de l'innovation ont eux, tous, une bonne connaissance des concepts de l'innovation en agriculture, notamment pour ce qui est de l'irrigation. La plupart d'entre eux se sont montrés très bien informés durant les entretiens. C'est ce qui les a motivés dans le choix de l'innovation.

Les non adeptes de l'innovation sont partagés : Une partie d'entre eux n'a pas innové car ils ne connaissaient pas le concept même de l'innovation en agriculture, et les multiples avantages de celle-ci aurait sur leurs tâches quotidiennes et surtout l'impact de ces nouvelles techniques sur la gestion de leurs ressources en eau, qui est, pour eux tous, très difficile à gérer surtout en période de sécheresse. La raison principale de leur manque d'information est leur attachement aux techniques d'irrigation traditionnelles ancrées dans leurs exploitations depuis des générations.

Corrélation entre les variables :

Corrélations		Q16.Innovation		Q17_3.Impact_Qualité_prod	Q17_5.Impact_gestion_eau
Q16.Innovation	Corrélation de Pearson	1	,831**	,897**	,828**
	Sig. (bilatérale)		<,001	<,001	<,001
	N	40	40	40	40
	Corrélation de Pearson	,831**	1	,953**	,967**
	Sig. (bilatérale)	<,001		<,001	<,001
	N	40	40	40	40
Q17_3.Impact_Qualité_prod	Corrélation de Pearson	,897**	,953**	1	,924**
	Sig. (bilatérale)	<,001	<,001		<,001
	N	40	40	40	40
Q17_5.Impact_gestion_eau	Corrélation de Pearson	,828**	,967**	,924**	1
	Sig. (bilatérale)	<,001	<,001	<,001	
	N	40	40	40	40

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

Le tableau ci-dessus représente les résultats de la corrélation entre les variables « innovation » et l'impact de celle-ci sur la qualité de production et la gestion de l'eau. La corrélation est significative au seuil de 1% ce qui veut dire qu'il existe une relation entre l'innovation et l'impact sur la qualité de production et la gestion de l'eau, cette corrélation est très forte (Corrélation de Pearson a 92,4%).

Corrélations		Q7.Instruction	Q16.Innovation
Q7.Instruction	Corrélation de Pearson	1	,315*
	Sig. (bilatérale)		,048
	N	40	40
Q16.Innovation	Corrélation de Pearson	,315*	1
	Sig. (bilatérale)	,048	
	N	40	40

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

Le tableau ci-dessus représente les résultats de la corrélation entre l'innovation et le niveau d'instruction des répondants. Nous avons une significativité de 4,8% ce qui veut dire qu'il

existe une corrélation entre ces deux variables. Nous observons dans ce cas une corrélation faible entre les deux variables (Corrélation de Pearson a 31,5%)

Corrélations			
		Q16.Innovation	Q18.sortie_crise hydrique
Q16.Innovation	Corrélation de Pearson	1	,641**
	Sig. (bilatérale)		<,001
	N	40	40
Q18.sortie_crisehydrique	Corrélation de Pearson	,641**	1
	Sig. (bilatérale)	<,001	
	N	40	40

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

Pour ce qui est de la relation entre l'innovation et la sortie de la crise hydrique, nous avons une significativité inférieure à 5%. Il existe entre ces deux variables une assez forte corrélation (Corrélation de Pearson a 64,1%).

Résultats de la régression logistique binomiale :

L'objectif de la régression logistique binomiale est d'expliquer la sortie de la crise hydrique à travers les variables indépendantes qui sont : L'âge, l'instruction ainsi que l'innovation.

Codage de variable dépendante	
Valeur d'origine	Valeur interne
stress hydrique permanent	0
oui	1

Tableau : Codage de la variable dépendante « sortie de la crise hydrique »

Le tableau ci-dessus représente le codage de notre variable dépendante, nous notons « 1 » pour les agriculteurs sortis de la crise hydrique et « 0 » pour ceux qui demeurent dans une situation de stress hydrique.

Variables absentes de l'équation					
			Score	ddl	Sig.
Pas 0	Variables	Q16.Innovation	16,459	1	<,001
		Q7.Instruction	5,853	1	,016
		Q6.Age	,522	1	,470
	Statistiques générales		17,996	3	<,001

Tableau : Evaluation du modèle en l'absence des variables

Nous observons ici une relation significative avec l'innovation, mais aucune significativité en ce qui concerne les variables « instruction » et « âge ».

Récapitulatif des modèles			
Pas	Log de vraisemblance -2	R-deux de Cox et Snell	R-deux de Nagelkerke
1	30,937a*	,406	,560

a* L'estimation s'est arrêtée à l'itération numéro 6, car le nombre de modifications des estimations du paramètre est inférieur à ,001.

Tableau : Récapitulatif des modèles

Nous observons que la variable qui prédit le mieux la sortie de la crise hydrique est la variable « innovation » contrairement à la variable « âge » et « instruction » la variable « innovation » est celle qui impacte le plus sur la sortie de la crise hydrique (40,6% de la variance expliquée).

A l'issue de cette étude, nous pouvons dire que :

- L'hypothèse H1 est partiellement validée : La variable « instruction » ne constitue pas un facteur important pour l'adoption de l'innovation et la sortie de la crise hydrique, car nous n'avons conclu aucune significativité entre l'instruction et la sortie de la crise hydrique.

- L'hypothèse H2 est validée : L'innovation permet en effet de sortir de la crise hydrique, car nous avons conclu une significativité entre la variable dépendante et indépendante, donc l'adoption des techniques d'irrigation innovantes expliquent la sortie de la crise hydrique.

Discussion :

Cette recherche répond aux appels de la littérature sur la nécessité de mener une analyse plus approfondie des déterminants de choix des méthodes d'irrigation innovantes (Belaidi, 2013 ; Yakoubi 2015 ; Ould rebai et al., 2017), mais répond également a une problématique peu traitée qui est l'impact de l'utilisation de ces méthodes sur la sortie des crises hydriques (CORDIS, 2019). L'objectif principal de cette discussion est de déceler les similitudes ainsi que les différences entre ce travail de recherche et les travaux de la revue de littérature.

Nos résultats confirment qu'il existe un lien entre les variables étudiées (Age, niveau d'instruction, formation, vulgarisation, et innovation). Nos résultats montrent également que la variable liée à l'innovation explique en effet la sortie de la crise hydrique, et permet de les gérer au mieux

Conformément aux résultats obtenus par (Belaidi, 2013), notre étude révèle une relation significative entre l'âge et le niveau d'instruction dans l'adoption des techniques d'irrigation innovantes. La différence réside dans le fait que le niveau d'instruction est plus lié à l'adoption de l'innovation, avec une significativité au seuil de 5% avec une assez forte corrélation.

Malgré l'importance évidente de l'irrigation innovante, nous observons 47,5% des agriculteurs enquêtés qui ne les ont pas adoptés. Cependant les résultats de l'étude qualitative nous montrent que la formation en agriculture ne représente pas un déterminant du choix des méthodes d'irrigation.

Nous observons également une relation significative entre l'adoption de l'irrigation innovante et son impact sur le rendement de production et la gestion de l'eau agricole, ce qui nous éclaire davantage sur l'impact positif de ces systèmes d'irrigation : Les résultats ainsi que les témoignages obtenus répondent à notre problématique : L'innovation représente effectivement

une solution afin de pouvoir contrer le stress hydrique. Ces résultats viennent appuyer les résultats obtenus par CORDIS (2019).

La vulgarisation représente également un facteur positif dans le choix des systèmes d'irrigation innovants, ce qui est également observé dans les travaux de Belaidi (2013). Nous avons observé un fort intérêt pour l'innovation à travers les agriculteurs enquêtés après vulgarisation autour des concepts de l'innovation : Une bonne présentation et explications de ces nouvelles pratiques motivent les agriculteurs, souvent attachés à des techniques traditionnelles gaspillant de grandes quantités d'eau, à adopter l'irrigation innovante.

Pour ce qui est de la catégorie d'agriculteurs n'ayant pas innové, plusieurs facteurs sont la cause de ce phénomène, tout particulièrement l'insuffisance d'aide de l'Etat, conformément aux résultats obtenus par Cheriet et al. (2020) : L'Etat ne subventionne pas assez les agriculteurs pour les accompagner dans leur processus d'adoption de l'innovation. Cela devrait interpeller les décideurs par rapport à la politique adoptée, qui consiste à garantir un prix de vente fixe et subventionné des ressources nécessaires. Les résultats de notre étude ont démontré que l'ensemble des agriculteurs n'ayant pas innové est principalement à cause de l'insuffisance d'aide de l'Etat, ce frein passe même selon eux, avant la contrainte du manque d'équipements.

Pour ce qui est de la sortie de la crise hydrique, les résultats obtenus nous confirment que l'innovation représente effectivement une solution pour contrer le stress hydrique : Les résultats de la régression montrent que l'adoption de l'innovation explique en effet la sortie des crises hydriques. En effet, nous observons dans cette étude une relation significative entre l'innovation et la sortie de la crise hydrique, nous avons une significativité au seuil de 5% avec une forte corrélation entre ces deux variables. La régression logistique binomiale vise à expliquer la sortie de la crise hydrique à travers les variables indépendantes qui sont : l'âge, l'instruction ainsi que l'innovation.

Les résultats de la régression ne montrent aucune significativité entre l'instruction et l'âge et la sortie des crises hydriques, mais montrent bien une relation significative entre l'innovation et la sortie des crises hydriques.

Nous concluons donc que la variable qui explique et prédit au mieux la sortie des crises hydriques est l'innovation : C'est donc cette variable qui impacte le plus sur notre variable dépendante avec 40,6% de la variance expliquée. Nos résultats correspondent à ceux des études menées par la Commission européenne des projets. Les nouvelles technologies

d'irrigation pourraient aider les agriculteurs à réduire leur consommation d'eau et à produire des cultures avec plus de réussite et de manière plus durable dans des sols de mauvaise qualité. (CORDIS, 2019)

La technologie d'irrigation doit jouer un rôle important à cet égard. «L'agriculture est l'une des industries les plus consommatrices d'eau de la planète» (CORDIS, 2019).

CONCLUSION :

1- Aperçu et résumé :

A l'issue de notre travail de recherche, nous pouvons le résumer comme suit :

Ce mémoire a étudié l'impact de l'utilisation des méthodes d'irrigation innovantes sur la gestion de l'eau agricole et de la production, nous avons pour cela formulé la problématique suivante : « **Face au stress hydrique auquel nous faisons face en Algérie, l'innovation serait-elle la solution afin de gérer au mieux l'utilisation de l'eau agricole, et donc, d'améliorer la production ?** »

Afin de répondre au mieux à cette problématique, nous avons procédé ainsi :

L'introduction donne une vue d'ensemble sur le contexte de la recherche ainsi que son importance aussi bien au niveau du secteur agricole qu'au niveau managérial, elle identifie également les objectifs de notre étude ainsi que le modèle de recherche constituant la base de notre enquête, elle est conclue par la présentation du terrain de recherche ainsi que l'annonce du plan de travail.

Le premier chapitre regroupe le cadre théorique de notre recherche, il fait donc le point sur la littérature de notre problème de recherche et est présentée afin de mieux encadrer notre travail. Cette revue de littérature regroupe les concepts liés à l'irrigation, l'innovation, ainsi que la gestion de l'eau agricole. Elle est accompagnée d'un ensemble de définitions sur le lexique de l'innovation, de l'agriculture, ainsi que des Grands périmètres irrigués et petites et moyennes hydrauliques.

Le deuxième chapitre présente en premier lieu les données de l'étude, à savoir ; l'échantillon, l'identification des variables et, la définition de leur moyen de mesure. Puis, il présente la méthodologie de recherche ainsi que la méthode de collecte et d'analyse des données utilisées.

Pour conclure, le troisième chapitre présente les résultats des entretiens qualitatifs, les résultats de la corrélation entre les variables étudiées, ainsi que les résultats de la régression logistique binomiale. Ce chapitre contient également une discussion de ces résultats : Nos résultats obtenus sont comparés à ceux de notre revue de littérature, en repérant les points de similitude et de différence entre ces travaux.

2-Principaux résultats obtenus :

Cette étude nous a permis de mettre en exergue l'impact de l'utilisation des méthodes d'irrigation innovantes sur la gestion de l'eau agricole.

Les principaux résultats à retenir sont que malgré l'importance de certains facteurs sociodémographiques (Age, niveau d'instruction, formation) dans le choix de l'innovation, ces derniers ne constituent pas des déterminants clés du choix de ces méthodes, et cela est dû à un ensemble de freins perturbant l'adoption de l'innovation comme l'insuffisance d'aide de l'Etat, et le manque d'information autour de ces méthodes (Mollard, 2018) d'où le rôle important de la vulgarisation (Belaidi, 2013) dans le processus de sortie des crises hydriques. Dans le cas de notre étude, la majorité des agriculteurs enquêtés sont assez bien informés sur l'innovation, mais ne l'ont pas adopté en raison du manque de ressources financières pour certains, mais aussi pour cause d'un manque de ressources hydriques pour d'autres.

3-Contributions managériales :

Notre recherche contribue donc à sensibiliser, informer, et encourager tous les acteurs du secteur agricole algérien, mais aussi au niveau international, à accorder plus d'importance à cette étape souvent négligée mais pourtant primordiale à la réussite de l'activité de production agricole qui est l'irrigation.

En effet, les nouvelles techniques d'irrigation permettent non seulement de gérer les ressources hydriques qui ne cessent de diminuer au fil des années en raison du changement climatique, ce qui représente un danger pour l'avenir de l'agriculture au niveau mondial, mais elles contribuent également à fournir un gain de temps considérable à ses usagers qui peuvent donc grâce à cela, multiplier leur production en sollicitant une quantité plus faible en eau.

4 - Limites :

La première limite que l'on doit souligner est le manque de travaux dirigés vers la même problématique, la documentation sur l'impact de l'innovation sur la gestion de l'eau est quasi indisponible et donc, rend la discussion de certains résultats de notre recherche difficile.

Une autre limite est due à la taille de notre échantillon (40 répondants) malgré la diversité géographique que l'on a visé, l'échantillon reste tout de même faible et cela est dû au fait que certains agriculteurs ont des difficultés à faire confiance aux questionnaires (souvent confondus avec des études de marché) nous nous retrouvons donc face à des agriculteurs méfiants qui ne préfèrent ne pas contribuer à ce genre d'enquêtes, bien qu'elles soient clairement à but entièrement scientifique.

5-Suites de la recherche :

Nous avons pu lors de ce travail de recherche déduire que la question du stress hydrique ne fera que prendre de l'ampleur lors des prochaines années, et par conséquent, si le problème n'est pas vite résolu, les quantités d'eau ne seraient plus suffisantes afin de subvenir aux demandes en eau qui elles ne feront que croître en raison de la sécheresse causée par le réchauffement climatique.

C'est pourquoi, il est primordial d'approfondir et de multiplier les recherches dans ce sens, afin de pouvoir contrer la problématique du stress hydrique que ce soit d'un point de vue technique ou socio-économique.

BIBLIOGRAPHIE :

Eric Mollard, Jean Pierre Chauveau, Salem Cormier. (2018) L'innovation est-elle risquée : Un point de vue agro-économique, pp.43-64

Emmanuel Gu-Konu, Jean-Pierre Chauveau. (2018) Les concepts d'analyse du processus d'innovation agricole en Afrique, IRD Éditions, pp.187-198

Ahmed Kettab, Ratiba Mitiche, Naoual Bennacar. (2008) De l'eau pour un développement durable : enjeux et stratégies, Revue des sciences de l'eau, pp.247-256

Guy Faure, Yuna Chiffolleau. (2020) Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires, Éditions Quæ, pp.5-16

Laura Garcia, Lorena Parra, Jaime Lloret, Pascal Lorenz.(2020) IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture, Sensors Volume 20, p. 1042

Alain Cariou. (2015) L'eau et l'aménagement du territoire en Asie central, Cahiers d'Asie Centrale, pp. 9-58

Alain Cariou. (2020) Les techniques d'irrigation dans la péninsule Arabique, Artefact. Techniques, histoire et sciences humaines, pp.203-229

Amine Kherbi. (2020) Le défi du renouveau agricole et l'enjeu de la gouvernance de l'eau, (<https://www.lesoiralgerie.com/contribution/le-defi-du-renouveau-agricole-et-l-enjeu-de-la-gouvernance-de-l-eau-40274>)

Abla Kettani, Ali Hammani, Taky Abdelilah, Marcel Kuper. (2020) L'expérience de l'irrigation par aspersion dans les secteurs collectifs de la Grande Hydraulique du Maroc, Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

Rqia Bourziza, Ali Hammani, Ahmed Bouaziz, Marcel Kuper, Jean-Claude Mailhol. (2017) Modélisation de l'irrigation en goutte à goutte enterré du palmier dattier sous les conditions oasiennes, Cahiers Agricultures, Abdelkrim Ould Rebai, Tarik Hartani, Mohamed Chabaca, Marcel Kuper (2017) .Une innovation incrémentielle : la conception et la diffusion d'un pivot d'irrigation artisanal dans le Souf (Sahara algérien), Cahiers Agricultures,

Union Africaine. Cadre du développement de l'irrigation et de la gestion de l'eau agricole en Afrique (2020) (<https://au.int/sites/default/files/documents/38632-doc-french.pdf>)

The History of Irrigation - Irrigation Australia Limited,
(<https://www.irrigationaustralia.com.au/about-us/the-history-of-irrigation>)

Projects initiated in 2021 | Irrigation Innovation Consortium | Colorado State University
(<https://irrigationinnovation.org/2021-funded-research-projects/>)

La productivité et l'innovation dans le secteur agricole – OCDE
(<https://www.oecd.org/fr/agriculture/sujets/productivite-et-innovation-agricole/>)

Amel Bouzid, Karima Boudedja, Foued Cheriet, Mehdi Bouchetara, Ahmed Mellal. (2020) Facteurs influençant l'adoption de l'innovation en agriculture en Algérie. Cas de deux cultures stratégiques : le blé dur et la pomme de terre. Cahiers Agricultures, EDP Sciences, 29, pp.1-10.

Les techniques d'irrigation agricole | Irrigazette (<https://irrigazette.com/fr/articles/les-techniques-dirrigation-agricole>)

Mo Li, Liu Fong, Shang Ruochen (2022). Sustainable management of agricultural water and land resources under changing climate and socio-economic conditions: A multi-dimensional optimization approach, Agricultural Water Management, Volume 259

Yakoubi Yasmina, Aoudjit Cherif, Benmebarek Abdelmadjid, Faysse Nicolas. (2015). La difficile prise en main des petits périmètres irrigués par les agriculteurs en Algérie : Cas du périmètre de Ladrat. *Cahiers Agricultures*, 24 (5) : pp.277-282.

Samir Belaidi. (2013) LES DETERMINANTS DE CHOIX DE L'IRRIGATION LOCALISEE PAR LES EXPLOITANTS DE LA MITIDJA, Les cahiers du CREAD, pp 157-184

Samir BELAIDI, Foued CHEHAT, Salima SALHI, Nouara BOULFOUL. L'adoption de nouvelles techniques agricoles : Cas de la technique d'irrigation localisée (Goutte à goutte) dans la Mitidja. *International Journal of Scientific Research & Engineering Technology*, pp. 42-48

L'innovation technologique dans l'agriculture | Cairn.info (<https://www.cairn.info/revue-geoeconomie-2016-3-page-159.htm>)

Angelakis Andrea, Zaccaria Daniel, Miquel Salgot, Jens Krasilnikoff, Bazza Mohamed. (2020). Irrigation of World Agricultural Lands: Evolution through the Millennia, *Water* p.1285

Lexique et définitions étude demande en eau d'irrigation PNE Algérie 2010 - Christian Potin
Consultant intermittent du Développement Inégal

(<http://christianpotin.canalblog.com/archives/2012/07/26/24777766.html>)

Une plateforme IdO flexible permet l'innovation ouverte dans l'irrigation des terres agricoles |
SWAMP Project | Results in brief | H2020 | CORDIS | European Commission

(<https://cordis.europa.eu/article/id/413418-flexible-iot-platform-supports-open-innovation-in-farmland-irrigation/fr>)

ZELLA L., SMADHI D (2007) Evolution de l'irrigation, Larhyss Journal, pp.65-80

Jean-Pierre Chauveau, Eric Mollard, Cormier Salem. (2018) L'innovation en agriculture :
Questions de méthodes et terrains d'observation, IRD Éditions, p.362

ANNEXES :

Annexe 1 : Questionnaire de l'enquête

Enquête sur l'utilisation des méthodes d'irrigation innovantes :

Dans le cadre de la réalisation d'un projet de fin d'études en spécialité Management des Organisations de l'Ecole Nationale Supérieure de Management (ENSM) accompagné par le Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement (CREAD) portant sur l'utilisation des méthodes innovantes pour l'irrigation agricole, Cette étude vise à déterminer l'impact de l'innovation sur la gestion du stress hydrique, et les motivations des agriculteurs à innover.

Il est à noter que les informations collectées seront utilisées à des fins purement scientifiques, et dans le respect de votre anonymat.

Informations sur l'exploitation et l'exploitant :

- Wilaya :
- Commune :
- Adresse :

Statut juridique des terres :

- Propriété privée
- Propriété privée en indivision
- Exploitation agricole collective (EAC)
- Exploitation agricole individuelle (EAI)
- Ferme pilote

Structure physique de l'exploitation :

- Un seul tenant
- Plusieurs parcelles (nombre de parcelles)

Localisation des parcelles : / _____ / / _____ / / _____ /

Vos parcelles sont-elles faciles d'accès ? Oui Non

L'exploitant :

Age de l'exploitant : >20ans 21-29 30-39 40-49 Plus de 50ans

Niveau d'instruction : Pas d'études Primaire Moyen Secondaire Universitaire

Avez-vous fait une formation dans l'agriculture : Oui Non

Si Oui, laquelle ? / _____ /

Avez-vous participé à des formations organisées par la chambre d'agriculture ? Oui Non

Si oui, laquelle ? / _____ /

Main d'œuvre :

Qui travaille dans votre exploitation ?

- Membres de la famille
- Des salariés
- Les deux
- Des saisonniers

Employez-vous du personnel spécialisé ou qualifié de façon permanente ? Oui Non

Si oui :

- Manager
- Personnel administratif
- Technicien de l'agriculture
- Ingénieurs
- Ouvriers spécialisés
- Autre : / _____ /

Quelles sont les contraintes liées à la main d'œuvre que vous avez rencontrées ?

	Faible	Moyenne	Forte
Disponibilité			
Coût			
Qualité			
Autre			

Avez-vous rencontré des contraintes liées au stress hydrique ?

	Rarement	Souvent	Toujours
Les cultures maraichères			
Les céréales			
Les fourrages			
Les arbres			

Les sources d'eau :

D'où provient votre eau d'irrigation

- Barrage
- Puits
- Retenues
- Rivière
- AEP

Avez-vous des équipements de stockage d'eau ? Oui Non

Si oui, lesquels ? / _____ /

Comment jugez-vous les quantités d'eau de ces sources : Suffisantes Insuffisantes

Les techniques d'irrigation utilisées :

A la raie Goutte-à-goutte Aspersion Pivot Citernage

Comment étaient financés les équipements d'irrigation

Fonds propres Crédit familial Subventions Crédit bancaire

I- Les activités d'innovation

Avez-vous développé des activités d'innovation pour l'irrigation ? Oui Non

Pourquoi ? / _____ /

Si Oui, qui est à l'origine de cette innovation ?

- Vous-même**
- Les fournisseurs
- Les clients
- L'internet
- Les voisions
- Autre

Quelle innovation avez-vous introduit à votre exploitation ?

Au niveau du stockage : / _____ /

Au niveau des techniques : / _____ /

Au niveau du traitement des eaux : / _____ /

Autres : / _____ /

A combien estimez-vous la dépense pour cette innovation ? (en KDA)

/ _____ /

Quelle est votre source principale de financement ?

- Fonds propres
- Crédit fournisseur
- Crédit client
- Crédit bancaire
- Subventions étatiques
- Crédit familial

II- Impact des activités de l'innovation

Sur une échelle de 1 à 5, notez l'impact que l'innovation a eu sur ces facteurs :

	Négatif	Plutôt négatif	Neutre	Plutôt positif	Positif
Rentabilité économique					
Rendement de production					
Organisation du travail					
Qualité du produit					
Qualité des sols					
Gestion de l'eau					

L'innovation vous a-t-elle permis de sortir des crises hydriques dans l'année ? Oui

Non

Investissements futurs :

Avez-vous l'intention d'investir (dans le futur) dans les techniques d'irrigation ? Oui Non

Non

Pourquoi ?

/ _____
_____ /

Comment percevez-vous l'impact du changement climatique sur la disponibilité d'eau dans les années à venir ?

/ _____
_____ /

Dans le cas de futures sécheresses, comment comptez-vous irriguer vos cultures ?

/ _____ /

III- Facteurs de blocages de l'innovation :

Parmi ces facteurs, lesquels ont-ils freiné ou bloqué vos activités d'innovation en irrigation agricole ?

	Négatif	Plutôt négatif	Neutre	Plutôt positif	Positif
Manque de personnel qualifié dans l'exploitation					
Manque des équipements innovants					
Faible retour sur investissement					
Insuffisance ou absence d'aide de l'Etat					
L'irrégularité des revenus agricoles					
L'innovation n'est pas nécessaire pour absence de concurrence					

ANNEXE 2 : Tableaux statistiques des fréquences

Table 1: Statistical frequency table (faint)

Table 2: Statistical frequency table (faint)

Table 3: Statistical frequency table (faint)

Table 4: Statistical frequency table (faint)

Table 5: Statistical frequency table (faint)

Echelle de mesure	
non	1
oui	2
Total	4

Echelle de mesure	
non	1
oui	2
Total	4

Echelle de mesure	
non	1
oui	2
Total	4

Echelle de mesure	
non	1
oui	2
Total	4

Q16.Innovation

	N	%
non	23	57,5%
oui	17	42,5%

Source : tableaux réalisés sur SPSS version 28.0

ANNEXE 3 : Tableaux de la corrélation

Corrélation

Variable	Corrélation	Signif. (2-taill.)	N
Variable 1	1,000		100
Variable 2	,450**	,000	100
Variable 3	,320**	,000	100
Variable 4	,280**	,000	100
Variable 5	,150*	,020	100
Variable 6	,100	,100	100
Variable 7	,080	,150	100
Variable 8	,050	,200	100
Variable 9	,030	,250	100
Variable 10	,020	,300	100

** Corrélation significative au niveau 0,01 (bilatéral).
* Corrélation significative au niveau 0,05 (bilatéral).

Corrélation

Variable	Corrélation	Signif. (2-taill.)	N
Variable 1	1,000		100
Variable 2	,350**	,000	100
Variable 3	,250**	,000	100
Variable 4	,180**	,000	100
Variable 5	,120**	,000	100
Variable 6	,080	,150	100
Variable 7	,050	,200	100
Variable 8	,030	,250	100
Variable 9	,020	,300	100
Variable 10	,010	,350	100

** Corrélation significative au niveau 0,01 (bilatéral).
* Corrélation significative au niveau 0,05 (bilatéral).

Corrélation

Variable	Corrélation	Signif. (2-taill.)	N
Variable 1	1,000		100
Variable 2	,280**	,000	100
Variable 3	,180**	,000	100
Variable 4	,120**	,000	100
Variable 5	,080	,150	100
Variable 6	,050	,200	100
Variable 7	,030	,250	100
Variable 8	,020	,300	100
Variable 9	,010	,350	100
Variable 10	,005	,400	100

** Corrélation significative au niveau 0,01 (bilatéral).
* Corrélation significative au niveau 0,05 (bilatéral).

Source : Tableaux réalisés à l'aide de SPSS version 28.0

ANNEXE 4 : Tableaux statistiques de la régression logistique binomiale

Tableau 4.1

Tableau 4.2

Tableau 4.3

Récapitulatif des modèles

Pas	Log de vraisemblance -2	R-deux de Cox et Snell	R-deux de Nagelkerke
1	30,937 ^a	,406	,560

a. L'estimation s'est arrêtée à l'itération numéro 6, car le nombre de modifications des estimations du paramètre est inférieur à ,001.

Source : Tableaux réalisés à l'aide de SPSS version 28.0

