

## Déterminants de l'adoption du système d'irrigation gravitaire par les riziculteurs de la Commune de Malanville au nord-est du Bénin

H. M. Agossadou<sup>1\*</sup>, P. Degla<sup>1,2</sup> et B. Agalati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Doctorant Hervé Mahoutondji AGOSSADOU, Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales (LARDES), Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau (EDSAE), Université de Parakou (UP), BP 123 Parakou, E-mail : mahoutondji19@gmail.com, Tél. : (+229) 94334303, République du Bénin

Dr Barnabé AGALATI, LARDES, Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau (EDSAE), Université de Parakou (UP), BP 123 Parakou, Email : agalati19@gmail.com, Tél. : (+229) 97 40 13 85, République du Bénin

<sup>2</sup>Pr Dr Ir Pamphile DEGLA, Département d'Economie et de Sociologie Rurales, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou (DESR/FA/UP), BP 123 Parakou, E-mail : pamphile.degla@yahoo.fr Tél. : (+229) 97 38 22 03, République du Bénin

\*Auteur correspondant : Doctorant Hervé Mahoutondji AGOSSADOU, E-mail : mahoutondji19@gmail.com

### Résumé

Dans la production agricole, l'irrigation joue un rôle fondamental dans la satisfaction des besoins en eau de la plante et dans la conservation de la texture du sol. L'objectif de l'étude était d'analyser des facteurs socioéconomiques déterminant l'adoption du système d'irrigation gravitaire par les riziculteurs dans la Commune de Malanville au nord-est du Bénin. Les données ont été collectées auprès de 160 exploitants agricoles choisis de façon aléatoire au niveau des deux périmètres irrigués de cette commune. Les informations relatives aux caractéristiques sociodémographiques et économiques, la redevance des exploitants des périmètres irrigués, l'appartenance à une association et le contact avec un service de vulgarisation ont été collectées. L'analyse des données collectées a été faite grâce à un logit binomial sous le logiciel stata. Les résultats ont révélé que la formation reçue par le producteur sur les systèmes d'irrigation, la pratique d'une activité secondaire, le revenu net d'exploitation, l'appartenance du producteur à un groupement et le contact du producteur avec un service de vulgarisation déterminent positivement l'adoption du système d'irrigation gravitaire. La superficie totale du riz emblavée par le producteur influence négativement l'adoption du système d'irrigation gravitaire. Ces résultats interpellent les organismes d'appui aux riziculteurs sur les besoins de formation appropriée dans les systèmes d'irrigation au niveau du périmètre irrigué de Malanville.

**Mots clés** : Ressource en eau, nouvelles technologies, périmètre irrigué, Afrique de l'Ouest.

### Determinants of the adoption of the gravity irrigation system by rice farmers in the Commune of Malanville in Northwestern Bénin

#### Abstract

Irrigation makes it possible to satisfy many needs, especially in agricultural production. The objective of the study was to analyze the socio-economic factors determining the adoption of the gravity irrigation system by rice farmers in the Commune of Malanville in Northwestern Bénin. The data was collected from 160 farmers chosen at random at the level of the two irrigated perimeters of the commune. Information on socio-demographic and economic characteristics, fees for irrigated perimeter operators, membership of an association and contact with an extension service were collected. The analysis of the data collected was done using a binomial logit under the STATA software. The results revealed that the training received by the producer on irrigation systems, the practice of a secondary activity, the net operating income, the membership of the producer in a group or association and the contact of the producer with an extension service positively determine the adoption of the gravity irrigation system. The total area of rice sown by the producer negatively influences the adoption of the gravity irrigation system. These results challenge support organizations for rice farmers to train them on the process of the gravity irrigation system in the irrigated perimeter of Malanville.

**Keywords**: Water resources, new technologies, irrigated perimeter, West Africa.

#### Introduction

De nos jours, l'agriculture demeure encore le principal secteur pour relever le défi de l'insécurité alimentaire surtout dans les pays en voie de développement où le taux de croissance de la population reste avec une moyenne de 2,7% par an toujours élevé (Ramade, 2014). Les importantes opportunités que ce secteur offre tant au niveau de la production, de la transformation que de l'exportation (INSAE, 2010), font de lui une principale source de création d'emploi et de richesses. Au Bénin, c'est l'agriculture qui reste l'activité qui porte le secteur primaire avec une contribution de 22,8% au PIB en 2021 contre 21,8 % en 2020 (Instad, 2022). Toutefois, cette agriculture et une bonne partie de l'élevage pratiqués dans le pays comme aussi dans la plupart des autres régions du monde sont tributaires des eaux de

pluie, qui sont cependant limitées (FAO, 2020). Ainsi, il apparaît que l'eau joue un rôle déterminant aussi bien dans l'agriculture que dans la survie des populations. C'est d'ailleurs en reconnaissance à cette importance de l'eau que l'un des objectifs de développement durable (ODD) définis par les Nations Unies et notamment, l'ODD6 a été consacré à cette ressource, et visant à faciliter l'accès de tous à des services d'alimentation en eau et d'assainissement gérés de façon durable (N'drin *et al.*, 2019). Bien que menacé par le changement climatique qui reste un défi auquel l'humanité est confrontée (N'drin *et al.*, 2019), l'atteinte de cet objectif et surtout la maîtrise de l'eau à des fins agricoles constitue un enjeu majeur au Bénin comme dans les autres pays où les besoins alimentaires sont en nette progression (Abou *et al.*, 2018).

Cette maîtrise de l'eau passe par l'irrigation qui est depuis très longtemps une composante essentielle de l'agriculture (Renoux, 2011). Comparée à l'agriculture pluviale, l'agriculture sous irrigation permet d'atteindre une production nettement supérieure de l'ordre de trois fois plus en moyenne en utilisant moins d'espace, même si ce faisant, l'irrigation accroît l'utilisation de la main d'œuvre de l'exploitation (Renoux, 2011). Dans cette logique, l'irrigation en général et surtout la petite irrigation est perçue comme étant parmi les stratégies résilientes l'une des plus efficaces pour lutter contre les effets du changement climatique et pour améliorer la productivité agricole et les revenus des populations rurales (GIZ, 2019). Toutefois, face à une demande croissante en eau, l'eau douce devient une ressource rare et fait l'objet d'une concurrence accrue et des prélèvements excessifs menacent les écosystèmes liés à l'eau et les services qu'ils assurent (FAO, 2020). Ainsi, pour que l'irrigation des cultures garde toute son importance, elle doit être accompagnée de la gestion rigoureuse de l'eau (Renoux, 2011). Si au Bénin, les ressources en eau sont relativement encore importantes, les efforts pour assurer une maîtrise partielle ou totale de ces ressources au profit des cultures sont cependant encore embryonnaires (FAO, 2005 ; Sintondji *et al.*, 2013). Parmi les systèmes d'irrigation utilisés au Bénin, on retrouve notamment l'irrigation gravitaire et l'irrigation par aspersion (Agnoun *et al.*, 2013; Djagba *et al.* 2013) et qui sont à dominance dans la production rizicole et plus précisément dans celle pratiquée dans les plaines alluviales de Dévé avec 150 ha, de Malanville avec 516 ha et de Koussin-Lélé avec 106 ha (Djagba *et al.*, 2013).

Au Bénin comme ailleurs, l'importance de l'irrigation dans l'agriculture a suscité l'intérêt d'un certain nombre d'auteurs qui y ont consacré leur œuvre. Pendant que de façon générale certains auteurs se soient intéressés à la gestion sociale de l'eau (Ruf et Sabatier, 1992), à la gestion participative de l'irrigation au Maroc (Riaux, 2005), à la caractérisation des systèmes de production sur les sites d'aménagements hydro-agricoles au sud du Bénin (Abou *et al.*, 2018), aux enjeux de la gouvernance en eau dans les pays en développement (Bied-Charreton *et al.*, 2006), d'autres se sont intéressés de façon spécifique aux pratiques d'irrigation gravitaire (Cominelli et Butez, 2015), au diagnostic des pratiques d'irrigation gravitaire et possibilités d'amélioration au Maroc (Taky, 2005), et aux externalités de l'irrigation gravitaire en France (Ladki, 2004). D'autres encore se sont focalisés sur les déterminants des changements sociaux liés à la gouvernance de l'eau autour du périmètre rizicole de Malanville au Nord-est du Bénin (Assouma *et al.*, 2019), aux déterminants de choix de l'irrigation localisée par les exploitants de la Mitidja en Algérie (Belaidi, 2013), et aux déterminants de la conversion des agriculteurs au système d'irrigation également en Algérie (Salhi *et al.*, 2012). Au-delà de ces différents aspects évoqués dans la littérature, la question de l'adoption des systèmes d'irrigation qui peut être considérée comme une innovation dans la plupart des systèmes de production encore basés sur l'agriculture pluviale reste préoccupante du fait des contraintes socio-économiques et environnementales limitant la vulgarisation et le transfert de ces pratiques innovantes (Agnoun *et al.*, 2013). Néanmoins, étant donné l'importance de l'irrigation dans l'amélioration de la productivité au niveau des exploitations agricoles mais aussi dans les conditions de vie des ménages agricoles au Bénin, où l'adoption des systèmes d'irrigation reste encore un peu timide (Agnoun *et al.*, 2013), la connaissance actuelle des facteurs d'influence sur l'adoption de ces systèmes pourrait être d'un grand intérêt pour assurer une large diffusion de ces pratiques innovantes liées à l'eau au Bénin. Dans cette logique, la présente étude s'est proposé d'analyser les déterminants de l'adoption du système d'irrigation gravitaire par les riziculteurs de Malanville au Nord-est du Bénin. Ainsi, les résultats de la présente étude peuvent non seulement servir à enrichir les connaissances sur l'adoption des systèmes d'irrigation au Bénin, mais aussi et surtout constituer une base de données fiables, accessibles aux chercheurs ou autres acteurs intéressés par les questions relatives aux systèmes d'irrigation en milieu paysan.

## Matériels et méthodes

### Cadre théorique

Les ressources naturelles communes telles que l'eau, les forêts et la pêche risquent d'être surexploitées en raison de leur rareté et de la demande croissante des usagers. Par conséquent, la gestion efficace des ressources naturelles communes devient une préoccupation importante des théoriciens de diverses disciplines (Fatima, 2018). L'œuvre de Hardin (1968) « *The Tragedy of the Commons* », qui malgré son ancienneté et la contestation dont elle fait en partie l'objet dans la littérature, constitue de nos jours encore une référence structurelle dans les discussions sur les relations entre la propriété, la gestion des ressources naturelles dont l'eau, l'organisation économique et la viabilité écologique. La nature du mode de propriété qui fait d'ailleurs l'objet principal de critique de cette théorie, du fait de la confusion qu'elle suscite entre la propriété commune et le régime d'accès libre, est considéré comme la cause principale de la tragédie. Une telle tragédie, assimilable à une catastrophe environnementale, ne peut être cependant évitée que si le système d'autorité qu'est l'Etat œuvre pour combler le vide institutionnel incarné par le régime d'accès libre auquel est soumise la ressource naturelle. Ceci peut se faire par l'introduction de l'un des trois modes de propriété (propriété privée, propriété commune, ou propriété d'Etat) susceptible d'assurer la gestion des ressources.

Dès lors, le choix d'un système de droits de propriété apparaît nécessaire pour l'utilisation et la sauvegarde des ressources naturelles. Le renforcement de ces droits de propriété est l'une des premières solutions proposées au problème de la surexploitation des ressources naturelles. Dans cette optique, la controverse suscitée dans la littérature par la théorie de Hardin, reste justifiée si l'on ne dissocie pas clairement le régime d'accès libre au mode de propriété commune. C'est sur cette base que Ostrom (1990) a fondé son étude, qui peut être considérée comme une amélioration de l'œuvre de Hardin. Ce faisant Ostrom (1990) a mis en évidence l'importance de la propriété commune dans la gestion des ressources naturelles et comment des systèmes d'appropriation commune parviennent à s'auto-organiser et comment ils agissent pour garantir à tous les membres de la communauté, y compris les groupes socialement défavorisés, l'accès aux ressources naturelles telles que la terre, les forêts, les pâturages et les ressources hydriques. A travers des observations et des cas réels de gestion des ressources naturelles communes, Ostrom (1990) est parvenu à démontrer que les communautés individuelles parviennent à résoudre le dilemme de Hardin (1968) dans beaucoup de cas et obtiennent de meilleurs résultats en créant des institutions bien adaptées aux conditions locales et en organisant l'utilisation de leurs propres ressources. La gestion commune des ressources naturelles y compris l'eau relevant de l'action commune, Olson (1965) insiste sur la nécessité de la mise en place de mesures d'incitation pour les individus, afin qu'ils agissent dans une logique d'action collective. Ainsi, l'absence de ces mesures conduit inexorablement à l'égoïsme individuel, opposé aux intérêts de groupe, en engendrant des comportements opportunistes des acteurs, communément appelés « Problèmes de *Free-Rider* » et qui restent la cause fondamentale des échecs dans l'action collective, et par conséquent celle de la surexploitation et de la dégradation des ressources naturelles.

Les systèmes d'irrigation qui ne sont que des systèmes relevant de l'action collective et de l'organisation communautaire sont très dynamiques (Ruf et Sabatier, 1992) et les cadres sociaux changent constamment (Riaux, 2006), réfutant ainsi le mythe selon lequel les systèmes d'irrigation communautaires sont figés et statiques parce que "traditionnels". Il apparaît alors important, lors de l'analyse de ces systèmes, de prendre en compte leur dynamique. Les relations sociales et les relations avec l'environnement sont généralement la base de référence de ces communautés. Ainsi, l'analyse de l'organisation spatiale des réseaux d'irrigation permet de mieux comprendre les modes de distribution de l'eau et l'organisation sociale des usagers (Berque, 1955 ; Aubrot, 1997). Le système d'irrigation reflète l'ordre social (Hammoudi, 1982) et ses caractéristiques incarnent l'histoire de la communauté et les rapports de force et les conflits entre les différents groupes sociaux (Mathieu *et al.*, 2001). Dans le cadre de la présente étude, la gestion en commun des systèmes d'irrigation est faite à travers des comités de gestion des périmètres qui agissent pour garantir à tous les producteurs du périmètre, l'accès aux différents systèmes présents.

### Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans la commune de Malanville dans le Département de l'Alibori au nord-est du Bénin. Elle est dans le département de l'Alibori situé entre la Latitude : 11.8667, Longitude : 3.38333 (11°52'0" Nord, 3°22'60" Est). La commune de Malanville a pour frontière naturelle le fleuve Niger et reliée à la République du Niger par le pont sur la Sota. Le climat est semi-aride sec et chaud. Le choix de cette zone est lié à la position géographique et les conditions écologiques de la commune et la possession de deux périmètres irrigués dont un déjà irrigué et l'autre en cours de réalisation (Figure 1).

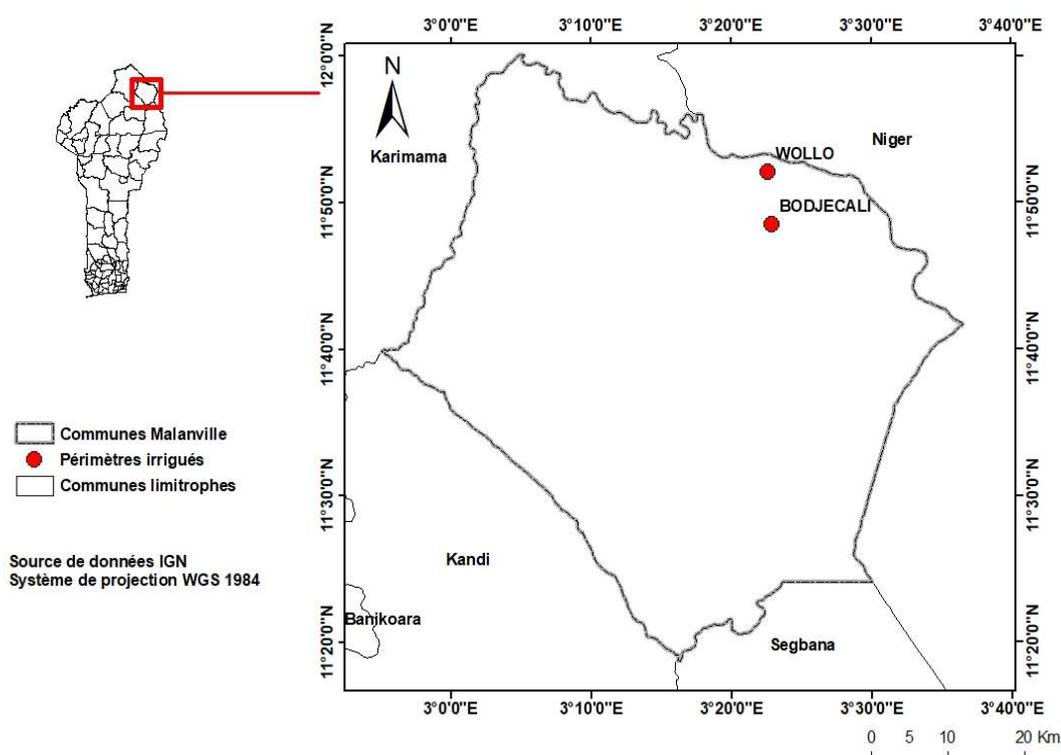


Figure 1. Carte de la zone d'étude

### **Echantillonnage et collecte des données**

L'unité de recherche a été l'exploitant agricole du périmètre irrigué de la commune de Malanville, département de l'Alibori. Les villages retenus ont été ceux qui ont des périmètres irrigués. Ainsi, les villages Wollo et Bodjecali ont été sélectionnés à cause de l'importance des périmètres irrigués de ces deux localités. Le choix des riziculteurs a été fait de façon aléatoire parmi ceux qui travaillent sur les périmètres irrigués de Malanville. L'échantillonnage a été fait en s'inspirant de la formule de Durand (2002) et de Saegermen (2006). Après le recensement des groupements des différents périmètres ciblés, un total de 533 exploitants ont été listés. L'application d'un taux d'échantillonnage à l'effectif total des exploitants de chaque périmètre a permis d'avoir l'effectif des exploitants à enquêter par périmètre. Ainsi, 160 producteurs de riz ont été choisis de façon aléatoire dans le cadre de la présente étude. La collecte des données a été faite par des enquêtes à l'aide d'un guide d'entretien semi-structuré.

Les données primaires relatives aux caractéristiques socio-démographiques des agriculteurs (sexe, âge, situation matrimoniale, niveau d'éducation, groupe socio-culturel ou sociolinguistique, formation technique, activité primaire et activité secondaire, taille du ménage) et celles liées aux caractéristiques institutionnelles des enquêtés (appartenance à une organisation, contact du producteur avec un service de vulgarisation ainsi que les données économiques relatives à la production (taille de l'exploitation, rendement, quantité et coûts des intrants, redevance) ont été collectées. Les données secondaires collectées relèvent de la revue documentaire et proviennent de diverses sources de documentation.

### **Méthode d'analyse des données**

Les données collectées dans le cadre de la présente étude ont été analysées à l'aide de plusieurs outils et méthodes tels que la statistique descriptive, des tests de comparaison des moyennes et la régression logistique pour l'analyse des déterminants. L'analyse des données collectées a été effectuée à l'aide du logiciel Stata 13 et de tableur Excel 2007.

### **Spécification du modèle de régression des déterminants du système d'irrigation gravitaire**

Plusieurs modèles théoriques existent dans la littérature pour étudier l'adoption des technologies et notamment les technologies agricoles. Parmi ceux-ci, les modèles basés sur la Probabilité linéaire et les modèles Logit et Probit sont les trois modèles les plus couramment utilisés pour l'étude d'adoption

(Adeoti *et al.*, 2002 ; Tansels et Bircam, 2006). Cependant, dans la mise en évidence de la relation entre la probabilité d'adoption et les déterminants d'une adoption, ce sont les modèles Probit et Logit qui sont les plus usuels (Neupane *et al.*, 2002). Dans le cas de la présente recherche, le modèle logit binomial a été retenu comme l'outil d'analyse en raison de sa pertinence pour modéliser une décision binaire, sa capacité à capturer des relations non linéaires, son interprétation des coefficients et sa robustesse aux violations des hypothèses (Pindyck et Rubinfeld, 1981). Pour expliciter le modèle logit, on pouvait considérer un riziculteur cherchant à opérer un choix entre deux systèmes d'irrigation (gravitaire ou non). Le modèle a été spécifié comme suit :

- Soit  $Y^*$  la variable latente ou discrète représentant le système d'irrigation gravitaire  $y_i$  (gravitaire ou non) :  $Y^* = \beta' X_i + \epsilon_i$  (1) ; avec :  $\beta'$  = le vecteur des paramètres à estimer,  $X_i$  représente les variables explicatives,  $\epsilon_i$  les termes d'erreurs. On a les cas suivants :
  - ✓ Si  $Y^* > 0$  alors le système d'irrigation adopté est gravitaire, donc  $y_i = 1$ .
  - ✓ Si  $Y^* \leq 0$  alors le système d'irrigation gravitaire n'est pas adopté,  $y_i = 0$ .
- Ainsi la probabilité  $p$  est donnée par :  $p(y_i = 1)$  signifie  $p(Y^* > 0) = p(\beta' X_i + \epsilon_i > 0)$  alors,  $p(\epsilon_i > -\beta' X_i) = F(\beta' X_i)$ . (2)

L'hypothèse faite a été que les erreurs  $\epsilon_i$  sont indépendantes, identiquement distribuées et suivent la loi logistique. La modélisation logistique de  $y$  en fonction de  $p$  variables explicatives ( $X_1, X_2, \dots, X_p$ ) et de  $p+1$  paramètres à estimer ( $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ ) est :

$$p(y = 1 | X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_p = x_p) = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i x_i}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i x_i}} \quad (3)$$

La fonction de lien logistique devient :  $\text{logit}(y = 1 | X_i = x_i) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i x_i, i = \overline{1, n}$ .

En introduisant les différentes variables (Tableau 1), on obtient le modèle économétrique suivant :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{AGE}_{ij} + \beta_2 \text{TAME}_{ij} + \beta_3 \text{SUP\_RIZ}_{ij} + \beta_4 \text{ACA}_{ij} + \beta_5 \text{EXP\_RIZ}_{ij} + \beta_6 \text{FORM\_SYST}_{ij} + \beta_7 \text{RNE}_{ij} + \beta_8 \text{ACTS}_{ij} + \beta_9 \text{APPART}_{ij} + \beta_{10} \text{REDEV}_{ij} + \beta_{11} \text{ACTP}_{ij} + \beta_{12} \text{CONTACT}_{ij} + \epsilon_i \quad (4)$$

Les variables du modèle économétrique ont été définies dans le tableau 1.

**Tableau 1. Variables introduites dans le modèle de régression logit binomial**

| Variables                     | Description  | Modalité des variables            | Signes |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|--------|
| Adopt_syst                    |  | Variable expliquée                | Nd     |
| <b>Variables explicatives</b> |  |                                   |        |
| AGE                           | Age  | Nombre d'années                   | ±      |
| TAME                          | Taille du ménage                                       | Nombre                            | +      |
| SUP_RIZ                       | Superficie totale du riz cultivé                       | Superficie en ha                  | ±      |
| ACA                           | Actifs agricole  | Nombre                            | +      |
| EXP_RIZ                       | Expérience dans la culture du riz                      | Nombre d'années                   | +      |
| FORM_SYST                     | Formation reçue sur les systèmes d'irrigation          | 0=Non, 1= Oui                     | ±      |
| RNE                           | Revenu Net d'Exploitation                              | RNE = RBE-Amortissement (FCFA/ha) | +      |
| APPART                        | Appartenance à une association                         | 0 = Non, 1 = Oui                  | ±      |
| REDEV                         | Redevance  | 0 = Non, 1 = Oui                  | ±      |
| ACTP                          | Activité principale agriculture                        | 0 = Non, 1 =Oui                   | ±      |
| ACTS                          | Pratique d'activité secondaire                         | 0 = Non, 1 = Oui                  | ±      |
| CONTACT                       | Contact du producteur avec un service de vulgarisation | 0 = Non, 1 = Oui                  | ±      |

± = effet positif ou négatif ; + = effet positif ; - = effet négatif ; Nd : Non déterminé.

## Résultats et discussion

### Caractéristiques sociodémographiques et économiques des riziculteurs enquêtés

La production du riz était pratiquée en majorité par les hommes (76,25 %) contre 23,75 % pour les femmes (Tableau 2). Une grande diversification des groupes socioculturels dans la zone d'étude a été observée avec comme groupe socioculturel et/ou sociolinguistique dominant celui des Dendi (75 %) suivi des Djerma (11 %) et les autres groupes socioculturels et/ou sociolinguistiques (14 %). Les 23,7 % des riziculteurs étaient alphabétisés ou ont fait l'école coranique et 10,5 % ont eu un parcours du niveau primaire. Seulement 0,8 % des riziculteurs avait un niveau secondaire et 6 % avaient le niveau universitaire. La plupart des riziculteurs (87,5%) étaient mariés. Seulement 2 % étaient veufs et 10,5% célibataires. Par ailleurs, ils avaient en moyenne 11 ( $\pm 6,03$ ) années d'expérience dans la production du riz et possédaient en moyenne 8 ( $\pm 04$ ) personnes dans le ménage. Par conséquent, les hommes sont plus engagés dans la riziculture que les femmes dans la zone d'étude. Cette observation peut être liée à des facteurs socioculturels et de genre qui influencent la participation des femmes dans la production agricole comme le confirme aussi Jones (2015). Les résultats de cette étude sont cohérents avec les travaux antérieurs d'autres auteurs qui ont également noté une prédominance des hommes dans la production de riz (Smith *et al.*, 2018 ; Johnson *et al.*, 2020). Les résultats révèlent aussi une diversification des groupes socioculturels présents dans la zone d'étude, avec une prédominance du groupe socioculturel des Dendi (75 %), suivi des Djerma (11 %) et d'autres groupes socioculturels non spécifiés (14 %). Cette diversité socioculturelle peut avoir des implications sur les pratiques agricoles, les systèmes de connaissances et les modes de gestion des ressources. Ce résultat est similaire à ceux mis en évidence par Thomas *et al.* (2017) dans la région.

**Tableau 2. Caractéristiques sociodémographiques et économiques des riziculteurs enquêtés**

| Variables qualitatives                                |                                   |                         |
|---|-----------------------------------|-------------------------|
| Variables   | Modalités                         | Fréquences absolues (%) |
| Sexe  | Hommes                            | 76,25                   |
|   | Femmes                            | 23,75                   |
| Groupe socioculturel et/ou sociolinguistique          | Dendi                             | 75,00                   |
|   | Djerma                            | 11,00                   |
|   | Autres                            | 14,00                   |
| Niveau d'instruction                                  | Aucun                             | 59,00                   |
|   | Primaire                          | 10,50                   |
|   | Secondaire                        | 0,80                    |
|   | Alphabétisé et/ou Ecole coranique | 23,70                   |
|   | Universitaire                     | 6,00                    |
| Situation matrimoniale                                | Marié(es)                         | 87,50                   |
|   | Veufs                             | 2,00                    |
|   | Célibataire                       | 10,50                   |
| Variables quantitatives                               |                                   |                         |
| Variables   | Moyenne                           | Ecart-type              |
| Taille du ménage                                      | 8                                 | 4                       |
| Nombre d'année d'expérience dans la production du riz | 10,75                             | 6,03                    |

L'analyse des résultats indique également que seulement une partie des riziculteurs (23,7 %) étaient alphabétisés ou avaient suivi l'école coranique, tandis que les niveaux d'éducation formelle étaient relativement bas. Cela souligne l'importance de prendre en compte le niveau d'éducation lors de l'analyse des facteurs influençant l'adoption des technologies agricoles, car il peut avoir un impact sur les capacités d'apprentissage, les compétences et l'accès à l'information. Les résultats de cette étude sont en accord avec ceux de Nguyen *et al.* (2016) et de Patel *et al.* (2018) qui dans leur étude respective ont trouvé aussi des niveaux d'éducation relativement bas parmi les agriculteurs riziculteurs.

Une majorité des riziculteurs (87,5 %) était mariée, tandis que 2 % étaient veufs et 10,5 % célibataires. L'état matrimonial peut être un facteur pertinent dans l'analyse de l'adoption des technologies agricoles, car il peut influencer les ressources familiales, la prise de décision et la répartition des tâches au sein du ménage. La proportion élevée de riziculteurs mariés dans cette étude est cohérente avec les résultats de Kumar *et al.* (2019) qui ont également observé une forte association entre l'état matrimonial et la participation à la production agricole.

Concernant l'expérience dans la riziculture, les riziculteurs avaient en moyenne 11 ans d'expérience dans la production de riz et possédaient en moyenne 8 personnes dans leur ménage. L'expérience peut jouer un rôle important dans la prise de décision et la gestion des activités agricoles, tandis que la taille du ménage peut influencer les ressources disponibles et la main-d'œuvre disponible pour l'agriculture. Ces résultats sont cohérents avec ceux d'autres recherches menées dans des contextes similaires (Gupta *et al.*, 2020).

### **Systemes d'irrigation des exploitations rizicoles des périmètres irrigués de Malanville**

Dans le périmètre irrigué de Malanville, plusieurs systèmes d'irrigation ont été adoptés par les producteurs. Les travaux de terrain ont permis d'identifier (i) le système d'irrigation gravitaire et (ii) le système de moto pompe qui ont été les deux principaux systèmes d'irrigation du périmètre.

#### **Irrigation gravitaire**

L'irrigation gravitaire était composée de plusieurs types d'irrigation dont les trois suivants étaient les plus connus : l'irrigation à la raie ; l'irrigation par planche ; l'irrigation par bassin. Dans la zone d'étude, le type d'irrigation par bassin a été adopté par les adoptants du système gravitaire. Ce choix pouvait s'expliquer par le fait que c'était le type d'irrigation installé dans le périmètre. L'irrigation par bassin était la plus connue dans l'irrigation gravitaire. Elle a été pratiquée sur un sol nivelé (pente 0,1 à 1 %) et paraissait très simple à utiliser pour les riziculteurs. L'irrigation par bassin, a été la technique dominante du périmètre irrigué de Malanville. C'était une technique traditionnelle de montagne qui a été adaptée aux zones irriguées. Elle a été faite par le découpage des champs en plusieurs bassins (ou médias) élémentaires dont les dimensions moyennes étaient 40 m<sup>2</sup>. Ces bassins étaient irrigués par des canaux (seguias) de distribution qui à leur tour étaient alimentés par une seguia mère. L'eau était dérivée vers celle-ci en opérant une seule brèche sur l'arroseur. Au niveau de la parcelle, l'eau suivait l'itinéraire Arroseur-Seguias de distribution pour enfin arriver aux bassins ou media irrigués à tour de rôle. Le riz totalement irrigué a été mis en place sur le périmètre de Malanville où toutes les infrastructures d'irrigation fonctionnaient et étaient régulièrement suivies par les techniciens. Ici, la quantité d'eau servie par zone de production a été définie et connue par tous. Le choix de l'irrigation par bassin peut être influencé par plusieurs facteurs. Tout d'abord, sa simplicité d'utilisation et sa familiarité pour les riziculteurs peuvent jouer un rôle important. Étant une technique déjà pratiquée dans la région, les agriculteurs peuvent se sentir plus à l'aise et confiants dans son utilisation. De plus, l'irrigation par bassin peut être adaptée aux conditions locales, notamment dans les sols nivelés avec une faible pente, ce qui est favorable à la rétention de l'eau dans les bassins. Il est également pertinent de noter que l'irrigation par bassin était la technique dominante dans le périmètre irrigué de Malanville. Cela peut être dû à la disponibilité des infrastructures d'irrigation fonctionnelles et à leur entretien régulier par les techniciens. Cette situation crée un environnement propice à la mise en place d'un système d'irrigation efficace, où la quantité d'eau fournie par zone de production est définie et connue par tous les acteurs concernés. Ces résultats trouvent des similarités avec des études menées par Smith et Johnson (2018) dans des pays d'Asie du Sud-Est qui ont également constaté que l'irrigation par bassin était largement adoptée par les agriculteurs en raison de sa simplicité et de sa familiarité. De même, l'étude de Zhang *et al.* (2015) en Chine a montré que l'irrigation par bassin était préférée dans les régions où elle était déjà pratiquée, en raison de son adaptation aux conditions locales.

#### **Systeme d'irrigation par moto pompe**

Plusieurs types de pompes à main existent en fonction de la transmission hydraulique utilisée (rotor, diaphragme, aspirante, refoulante) et de la partie commande (à main ou à pédale simple ou double). Dans la zone d'étude, le système d'irrigation par moto pompe utilisé était la pompe motorisée utilisant du carburant. La totalité des adoptants du système utilisait les pompes motorisées. Les pompes motorisées ont permis de pomper de l'eau à un débit choisi, plus ou moins grand, en continu ou non. Ces pompes fonctionnaient grâce à de l'essence ou du diesel. Il était préférable que ces ressources soient disponibles facilement et rapidement pour ne pas avoir de problèmes de pannes de carburant. Ce type d'irrigation a été utilisé par la totalité des utilisateurs de moto pompe dans le périmètre. Ces

résultats présentent des similitudes avec des études antérieures menées par Patel *et al.* (2019) dans une région rurale de l'Inde qui ont montré que les agriculteurs préféraient les pompes motorisées en raison de leur capacité à fournir un débit d'eau constant et à être utilisées de manière flexible. L'utilisation de pompes motorisées dans le système d'irrigation par moto pompe dans la zone d'étude offre des avantages en termes de débit d'eau et de flexibilité dans la gestion de l'irrigation. Cependant, il est important de garantir un approvisionnement régulier en carburant pour assurer le bon fonctionnement du système

### Adoption des systèmes d'irrigation dans le périmètre irrigué de Malanville

Ici, 76 % des producteurs enquêtés ont affirmé qu'ils utilisaient uniquement le système gravitaire pour l'irrigation de leur production du riz (figure 2). Par contre, 24 % affirmaient utiliser uniquement le système de moto pompe pour l'irrigation. Cette répartition entre les deux systèmes d'irrigation peut être influencée par plusieurs facteurs. Tout d'abord, il est possible que les agriculteurs préfèrent le système gravitaire en raison de sa simplicité et de son coût relativement faible. L'irrigation gravitaire utilise la gravité pour acheminer l'eau vers les cultures, ce qui élimine la nécessité de pompes ou de sources d'énergie supplémentaires. Cela peut être attrayant pour les agriculteurs qui ont des ressources limitées et préfèrent des solutions simples et économiques. D'autre part, le choix du système de moto pompe peut être motivé par des raisons de productivité et de contrôle de l'irrigation. Les pompes motorisées offrent la possibilité de pomper de grandes quantités d'eau à des débits choisis, permettant aux agriculteurs d'irriguer leurs cultures de manière plus précise et efficace. Il convient également de noter que la répartition entre les deux systèmes d'irrigation peut être influencée par des facteurs externes tels que la disponibilité des ressources en eau, les infrastructures d'irrigation existantes et les pratiques agricoles traditionnelles dans la région. Ce résultat confirme celui obtenu des études de Smith *et al.* (2018) menées dans une région rurale du Vietnam et qui ont montré que la majorité des agriculteurs utilisait des pompes motorisées pour l'irrigation, en raison de la disponibilité limitée de l'eau et de la nécessité de contrôler précisément l'irrigation.

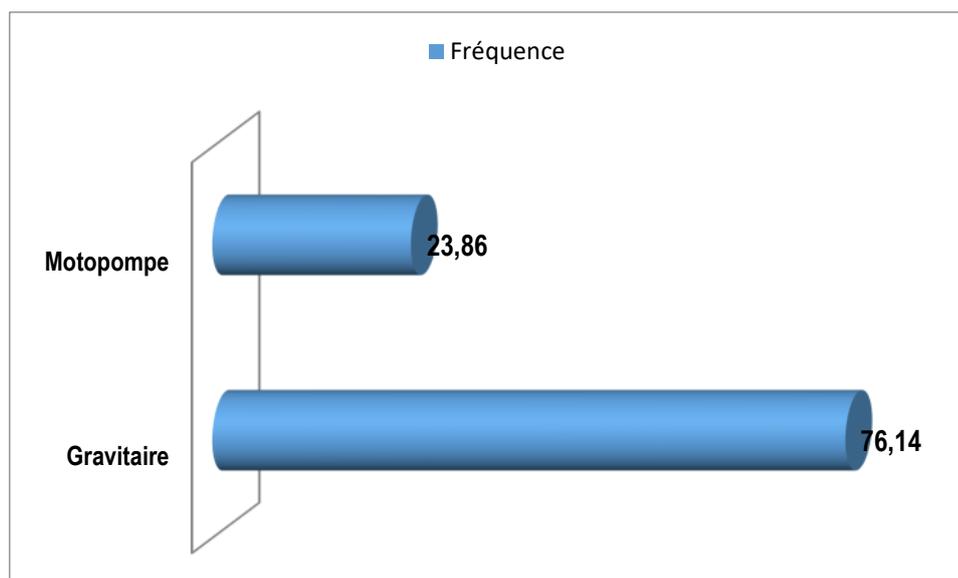


Figure 2. Adoption des systèmes existants sur le périmètre irrigué de Malanville

### Caractéristiques des variables introduites dans le modèle

Les 74 % des riziculteurs ont affirmé qu'ils étaient en contact avec les agents de vulgarisation (Tableau 3). Ceci a été justifié par le fait que le suivi des riziculteurs dans leur activité était une politique de développement mise en place par le gouvernement. En effet, dans le cadre des activités rizicoles, plusieurs groupements recevaient la visite des agents des institutions agricoles pour les activités de sensibilisation ou de formation sur les nouvelles technologies. Cet appui est précieux dans l'adoption de ces nouvelles technologies. De même, 70 % des riziculteurs ont affirmé qu'ils appartenaient à une organisation. L'âge des riziculteurs était compris entre 17 ans et 65 ans avec une moyenne de  $43,06 \pm 8,29$ . La taille du ménage variait entre 3 et 12 personnes avec une moyenne de  $8 \pm 4$ . Le nombre d'années d'expérience des riziculteurs était compris entre 1 et 50 ans avec une moyenne de  $10,75 \pm 6,03$  ans. La redevance est une rémunération en faveur d'une personne morale publique pour un service rendu par elle. La redevance est facultative et comporte une contrepartie. La redevance est classée

parmi les taxes parafiscales qui sont des prélèvements opérés sur leurs usagers par certains organismes publics ou semi-publics, économiques et sociaux en vue d'assurer leur financement autonome. Dans les périmètres irrigués, 100 % des producteurs ont affirmé avoir payé la redevance. Elle était payée en nature. La formation reçue n'était autre que la formation donnée périodiquement par les agents de la Cellule Communale de l'Agence Territoriale de Développement Agricole 4 (CeC-ATDA 4) pour les différents groupements existants dans les périmètres de Malanville. Plus de la moitié des producteurs enquêtés (63,12 %) a bénéficié au moins une fois de formation sur le processus d'irrigation surtout gravitaire.

**Tableau 3. Caractéristiques des variables introduites dans le modèle**

| Variables qualitatives                                |                       |                          |
|---|-----------------------|--------------------------|
| Variables   | Modalités             | Fréquences absolues en % |
| Redevance   | Oui                   | 100                      |
|   | Non                   | 00                       |
| Formation sur les systèmes d'irrigation               | Oui                   | 63,12                    |
|   | Non                   | 36,88                    |
| Appartenance à une organisation agricole ou non       | Oui                   | 70                       |
|   | Non                   | 30                       |
| Contact avec les services de vulgarisation            | Oui                   | 74                       |
|   | Non                   | 26                       |
| Activité principale agriculture (ACTP)                | Oui                   | 100                      |
|   | Non                   | 00                       |
| Activité principale secondaire                        | Oui                   | 00                       |
|   | Non                   | 100                      |
| Variables quantitatives                               |                       |                          |
| Variables   | Moyenne ± Ecart type  | Minimum/maximum          |
| Actif agricole  | 5 ± 2                 | 3/15                     |
| Superficie emblavée                                   | 1,12 ± 1,404          | 0,25/2                   |
| Revenu Net d'Exploitation                             | 1.084.740 ± 1.080.547 | 20000/500000             |
| Age   | 48,06 ± 8,29          | 17/65                    |
| Taille du ménage                                      | 8 ± 4                 | 3/12                     |
| Nombre d'année d'expérience dans la production du riz | 10,75 ± 6,03          | 1/50                     |

Chaque producteur disposait d'une superficie totale moyenne de 1,12 ha ( $\pm 1,40$ ) pour la production du riz. La superficie minimale était de 0,25 ha alors que la valeur maximale était 2 ha. L'actif agricole était de 5 ( $\pm 2$ ) personnes dans la zone d'étude. De plus, le résultat net moyen d'exploitation (supérieur à zéro) des producteurs enquêtés a montré qu'ils observaient une marge bénéficiaire nette de 1.084.740 Fcfa/ha compte tenu des ressources qu'ils ont dû immobiliser.

Les riziculteurs ont affirmé à 74 % qu'ils étaient en contact avec les agents de vulgarisation (Tableau 3). Ceci a été justifié par le fait que le suivi des riziculteurs dans leur activité était une politique de développement mise en place par le gouvernement. En effet, dans le cadre des activités rizicoles, plusieurs groupements recevaient la visite des agents des institutions agricoles pour les activités de sensibilisation ou de formation sur les nouvelles technologies. Cette assistance et cet appui des agents de vulgarisation sont considérés comme précieux dans l'adoption de nouvelles technologies par les riziculteurs. De plus, ces riziculteurs pour la plupart appartiennent à une association paysanne. Ce résultat qui met en évidence une relation positive entre le type d'appartenance à une organisation et l'adoption d'une technologie est en adéquation avec celui de Udry (1999) qui malgré son ancienneté trouve de nos jours encore sa validité.

L'âge des riziculteurs était compris entre 17 ans et 65 ans avec une moyenne de  $43,06 \pm 8,29$ . L'âge du producteur a toujours été un facteur déterminant de l'adoption. Les jeunes comme les personnes âgées ont une vision différentes des nouvelles technologies comme le confirment aussi Jolly *et al.* (2005) dans leur étude. La taille du ménage variant entre 3 et 12 personnes avec une moyenne de  $8 \pm$

4, il apparaissait que plus grande était la taille du ménage, plus grande était aussi la probabilité d'adoption comme le confirment aussi les travaux de Ngondjeb *et al.* (2013). Concernant le nombre d'années d'expérience des riziculteurs dont la moyenne est de  $10,75 \pm 6,03$  ans, la déduction a été que l'expérience agricole était un facteur important dans l'adoption d'innovation. Toutefois, bien que cette expérience agricole puisse faciliter l'adoption d'innovation en réduisant le risque perçu, elle peut aussi avoir l'effet inverse sur l'adoption d'innovations en augmentant le risque perçu comme l'ont mis en évidence Floress *et al.* (2008) dans leur étude en montrant l'effet contrasté de l'expérience sur l'adoption d'innovation.

La redevance est une rémunération en faveur d'une personne morale publique pour un service rendu par elle (Eisinger, 2015). La redevance est facultative et comporte une contrepartie. La redevance est classée parmi les taxes parafiscales qui sont des prélèvements opérés sur leurs usagers par certains organismes publics ou semi-publics, économiques et sociaux en vue d'assurer leur financement autonome. Dans les périmètres irrigués, 100 % des producteurs ont affirmé avoir payé la redevance. Elle était payée en nature. La formation reçue n'était autre que la formation donnée périodiquement par les agents de la Cellule Communale de l'Agence Territoriale de Développement Agricole 4 (CeC-ATDA 4) pour les différents groupements existants dans les périmètres de Malanville. Plus de la moitié des producteurs enquêtés (63,12 %) a bénéficié au moins une fois de formation sur le processus d'irrigation surtout gravitaire. Chaque producteur disposait d'une superficie totale moyenne de 1,12 ha ( $\pm 1,40$ ) pour la production du riz. La superficie minimale était de 0,25 ha alors que la valeur maximale était 2 ha. L'actif agricole était de 5 ( $\pm 2$ ) personnes dans la zone d'étude. De plus, le résultat net moyen d'exploitation (supérieur à zéro) des producteurs enquêtés a montré qu'ils observaient une marge bénéficiaire nette de 1.084.740 Fcfa/ha compte tenu des ressources qu'ils ont dû immobiliser.

### **Facteurs déterminants l'adoption du système d'irrigation gravitaire des exploitations rizicoles**

Les résultats du modèle de régression logit binaire ont montré que l'adoption du système d'irrigation gravitaire dans le périmètre irrigué de Malanville au Nord-est du Bénin était fonction des variables ayant une incidence tant positive que négative (Tableau 4).

**Tableau 4. Résultats du modèle de régression logit binaire des facteurs déterminants l'adoption du système d'irrigation gravitaire dans le périmètre irrigué du riz de Malanville**

| Variables  | Coefficients            | Estimation | Erreur standard | Valeur z |
|--|-------------------------|------------|-----------------|----------|
| (Constante)  | -2,515*                 | 1,354      | -1,86           | 0,063    |
| Age  | 0,014                   | 0,038      | 0,36            | 0,716    |
| Taille du ménage                                       | -0,052                  | 0,092      | -0,56           | 0,573    |
| Superficie totale du riz cultivé,                      | -4,042***               | 1,552      | -2,60           | 0,009    |
| Actifs agricole  | 0,118                   | 0,140      | 0,84            | 0,0398   |
| Nombre d'année d'expérience dans la culture du riz     | -0,012                  | 0,035      | -0,34           | 0,733    |
| Formation reçue sur le système d'irrigation gravitaire | 2,348***                | 0,657      | 3,58            | 0,000    |
| Revenu Net d'Exploitation                              | 7,88e-07*               | 4,63e-07   | 1,70            | 0,089    |
| Appartenance à une association agricole                | 3,173***                | 0,964      | 3,29            | 0,001    |
| Redevance  | -0,003                  | 0,003      | -0,90           | 0,370    |
| Activité principale agriculture                        | 0,353                   | 0,330      | 1,07            | 0,285    |
| Contact du producteur avec un service de vulgarisation | 2,549***                | 0,967      | 2,64            | 0,008    |
| Résumé du modèle de régression                         | Observation = 160       |            |                 |          |
|  | R <sup>2</sup> = 0,8439 |            |                 |          |
|  | Prob > F = 0,0000       |            |                 |          |
|  | LR Chi2 = 171,49        |            |                 |          |

\*\*\* : valeur significative à 1 % ( $p \leq 0,01$ ) ; \*\* : valeur significative à 5 % ( $0,01 < p \leq 0,05$ ) ; \* : valeur significative à 10 % ( $0,05 < p \leq 0,10$ )

Le modèle était globalement significatif ( $p < 0,001$ ). En effet, plusieurs variables explicatives suivantes ont été introduites dans le modèle : la superficie totale du riz emblavée ; l'appartenance à une association ou coopérative ; l'agriculture ; la pratique d'une activité secondaire ; l'âge ; la taille du ménage ; le revenu net ; l'expérience dans la production ; la formation. La variation de ces variables introduites dans le modèle a expliqué à 84,39 % l'adoption du système d'irrigation gravitaire. Ces variables ont influencé l'adoption du système d'irrigation gravitaire. En effet, la superficie totale du riz emblavée par le producteur a influencé significativement ( $p < 0,05$ ) et négativement l'adoption du système d'irrigation gravitaire. Une augmentation de la superficie du riz a diminué la probabilité d'adoption du système gravitaire au détriment du système de motopompe. Ceci peut être expliqué par le fait que, plus la superficie est grande, plus la demande en eau est élevée et plus les producteurs vont mettre des actions fortes auprès des chefs d'hydrauliques pour avoir de l'eau nécessaire pour le riz. Dans ce cas de figure, les producteurs moins relationnels peuvent adopter le système de motopompe. Ce résultat va dans le sens de ceux de Zhang *et al.* (2019), qui affirment que la taille de l'exploitation a un effet positif sur l'adoption par les agriculteurs de technologies d'irrigation économes en eau. Mabah Tene *et al.* (2013) et Assouma *et al.* (2019) confirment cela aussi en affirmant que la superficie cultivée fait partie des facteurs qui déterminent l'adoption des paquets techniques. Par contre, Salhi et Bedrani (2007), affirment que la taille de l'exploitation ne semble pas avoir d'effet sur la décision d'adoption.

La formation reçue par le producteur sur le système d'irrigation a déterminé significativement ( $p < 0,01$ ) et positivement l'adoption du système d'irrigation gravitaire. Cela a induit que plus le producteur recevait de la formation sur le système d'irrigation, plus il était motivé à l'adopter. Si les producteurs adoptent suffisamment les technologies, c'est en partie dû aux informations à travers les formations. En effet, le manque d'informations disponibles sur les performances des systèmes de culture innovants amène les agriculteurs à évaluer ces systèmes en fonction de leur expérience et de leurs connaissances comme le confirment Roosy *et al.*, (2015). Ils effectuent leurs choix en fonction de leur perception de l'innovation et de leurs contraintes propres. Une innovation perçue comme plus risquée par les agriculteurs a donc une probabilité plus faible d'être adoptée. Ainsi, l'accès à une formation sur le processus du système d'irrigation gravitaire par les riziculteurs, impacte positivement son adoption. Ce résultat corrobore ceux de Zhang *et al.* (2019), qui montrent que la formation et l'accès à l'information ont un effet positif sur l'adoption par les agriculteurs de technologies d'irrigation économes en eau. Ce résultat rejoint également celui de Tape (2016) qui affirme que les services de vulgarisation et d'appui conseils agricoles influencent plus l'adoption des nouvelles technologies rizicoles. Par conséquent l'accès à une formation sur le fonctionnement du système d'irrigation gravitaire par les riziculteurs, a impacté positivement son adoption.

Le revenu net d'exploitation de la production du riz a favorisé l'adoption au seuil de 10 % du système d'irrigation gravitaire dans la zone d'étude. Cela s'expliquait par le fait que le producteur adoptait plus le système d'irrigation gravitaire lorsqu'il constatait que son revenu a augmenté. Le revenu net d'exploitation détermine positivement l'adoption du système d'irrigation gravitaire. Ceci est normal parce que le système d'irrigation gravitaire permet aux producteurs d'aller vers une autre activité puis qu'il nécessite moins de suivi. L'adoption du système d'irrigation gravitaire a été déterminée significativement ( $p < 0,01$ ) et positivement par le fait que le producteur ait appartenu à un groupement ou association. Ainsi, les producteurs qui faisaient partie d'un groupement mieux organisé, avaient tendance à croire que l'organisation des producteurs autour du système d'irrigation gravitaire permettait d'avoir plus rapidement accès à l'eau nécessaire à la croissance de la plante. L'appartenance du producteur à un groupement ou à une association détermine positivement l'adoption des systèmes d'irrigation. Ceci peut être expliqué par le fait que le groupe permet d'avoir accès aux ressources en eau contrairement à quelqu'un qui n'est pas dans le groupe. Ceci facilite la gestion des actions collectives. Ce résultat est confirmé par ceux de Salhi *et al.* (2012) et Belaidi (2013) qui affirment que l'adhésion à une association des irrigants détermine le choix du type d'irrigation. La pratique d'une activité secondaire avait une influence significative ( $p < 0,05$ ) et positive sur l'adoption du système d'irrigation gravitaire. Cela signifie que le producteur a tendance à plus adopter le système d'irrigation gravitaire lorsqu'il dispose d'une activité secondaire. Ainsi, le producteur s'adonne plus à son activité secondaire puisque le réseau d'irrigation gravitaire ne nécessite pas assez d'intervention du producteur et c'est ce qui justifie la redevance à payer. Le contact du producteur avec un service de vulgarisation a eu un effet positif et significatif ( $p < 0,05$ ) sur l'adoption du système d'irrigation gravitaire dans le périmètre irrigué de Malanville. Par conséquent, plus un producteur est en contact avec un service de vulgarisation, plus il pense que l'irrigation gravitaire est plus performante et plus rentable que l'irrigation avec l'usage de la motopompe.

Le contact du producteur avec un service de vulgarisation a un effet positif sur l'adoption des modes gravitaires de distribution de l'eau dans le périmètre irrigué de Malanville. Ce résultat est en phase avec

ceux de Mabah Tene *et al.* (2013) et Belaidi (2013) qui ont montré que le contact avec les services de vulgarisation augmente de manière significative ( $p < 0,05$ ) la probabilité d'adopter le paquet technique proposé par la recherche agronomique. C'est cette même tendance que tant Adegbola *et al.* (2011) ont mis aussi en évidence dans l'adoption des greniers améliorés en matériaux végétaux, que Degla et Dedewanou (2012) dans l'adoption de la gestion intégrée des ravageurs dans la production du coton, montrant ainsi que le contact du producteur avec le service de vulgarisation est une variable importante dans la diffusion de paquets technologiques en milieu rural.

## Conclusion

L'étude portant sur les déterminants de l'adoption du système d'irrigation gravitaire dans la commune de Malanville révèle que la superficie totale du riz emblavée par le producteur influence négativement l'adoption de cette technologie. La formation reçue par le producteur sur le processus de système d'irrigation, la pratique d'une activité secondaire, le revenu net d'exploitation, l'appartenance du producteur à un groupement ou association et le contact du producteur avec un service de vulgarisation, déterminent positivement l'adoption du système d'irrigation gravitaire. Par contre, l'âge, la taille du ménage et la redevance n'ont pas d'effet sur l'adoption du système d'irrigation gravitaire. Pour une large diffusion du système d'irrigation gravitaire, l'Etat doit mettre en contact les producteurs de riz avec les services de vulgarisation et investir dans la formation des producteurs sur l'utilisation du système d'irrigation gravitaire.

## Références Bibliographiques

- Abou, M., I. Yabi, I. Yolou, E. Ogouwale, 2018 : Caractérisation des systèmes de production sur les sites d'aménagements hydro-agricoles dans le doublet Dangbo-Adjohoun au sud du Bénin, *Int, J, Bio, Chem, Sci* 12, 462, <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.36>.
- Adegbola, Y., A. Arouna, N. R. A. Ahoyo, 2011 : Analyse des facteurs affectant l'adoption des greniers améliorés pour le stockage du maïs au Sud-Bénin, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Benin: Numero Spécial 2*, 43–50.
- Adéoti, R., O. Coulibaly, M. Tamo, 2002 : Facteurs affectant l'adoption des nouvelles technologies du niébé *Vigna unguiculata* en Afrique de l'Ouest, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 36, 19-32.
- Agnoun, Y., J. Djabga, S. Aliou, M. Djihoun, H. Degbey, D. Kossou, J. Huat, M. Sié, 2013 : Valorisation des innovations endogènes en maîtrise de l'eau pour une perspective d'amélioration de la production agricole au Bénin. *Science et Technique. Revue Burkinabé de la Recherche. Série Lettres, Sciences Sociales et Humaines (1) : 75*. Ouagadougou, Burkina Faso, 15 p.
- Alavalapati, J. R. R., M. K. Luckert, D. S. Gill, 1995: Adoption of agroforestry practices: a case study from Andhra Pradesh, India, *Agroforestry Systems*, 32, 1-14.
- Assouma, D.S., Ollabode N., Yabi J.A, 2019: Les Déterminants des Changements Sociaux Lies a la Gouvernance de l'eau Autour du Perimetre Rizicole de Malanville au Nord est du Benin, *ESJ* 15, <https://doi.org/10.19044/esj,2019,v15n21p304>
- Aubriot, O., 1997 : Eau: miroir des tensions. *Ethno-histoire d'un système d'irrigation dans les moyennes montagnes du Népal central*, doctorat d'Anthropologie, Université de Provence, 1997
- Belaidi S, 2013: Les déterminants de choix de l'irrigation localisée par les exploitants de la mitidja, *Les cahiers du 29*, 157–184.
- Berque, J., 1955 : Structures sociales du Haut-Atlas., PUF, Paris, 1ère éd. 1955, 1978
- Bied-Charreton M., R. Makkaoui, O. Petit, M. Requier-Desjardins, 2006: La gouvernance des ressources en eau dans les pays en développement: enjeux nationaux et globaux, *Mondes en développement* 135, 39–62, <https://doi.org/10.3917/med.135.0039>
- Cominelli, F., L. Butez, 2015 : Les pratiques d'irrigation gravitaire du Briançonnais. Fiche d'inventaire du patrimoine culturel immatériel. N° de la fiche 2020\_67717\_inv\_pci\_france\_00489. Identifiant ARKH <uri>ark:/67717/nvhdhrrvswvksns</uri>
- Degla, K.P., K.C.B. Dedewanou, 2012 : Les déterminants de l'adoption de la gestion intégrée des ravageurs et de la fertilité des sols par les producteurs de coton au Nord-Benin. *Annales de l'Université Abdou Moumouni*, Tome XII-B, pp. 66- 75, 2012
- Eisinger, T., 2015 : Contribution à l'analyse des redevances pour service rendu perçues par les communes et leurs intercommunalités. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille, 372 p.
- FAO, 2005 : L'irrigation en Afrique en Chiffres. Enquête, AQUASTAT 2005, Rome, 93 p.
- FAO, 2020 : La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2020, FAO, <https://doi.org/10.4060/cb1447fr>
- Floress, K., S. Pal, J. Möllers, 2008 : Farmer experience, input use, and productivity: A panel analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 90(1), 212-226.
- GIZ, 2019: Assessing the Impact of Agricultural Extension Services: Evidence from the GIZ Projects in Sub-Saharan
- Hardin, G., 1968 : The Tragedy of the Commons. *Science* 162 (3859), pp.1243-1248

- INSTAD (Institut National de la Statistique et de la Démographie), 2022 : Croissance économique, La Nation Bénin, URL <https://lanation.bj/croissance-economique-le-benin-fait-un-bond-de-38-a-72-instad/> (accessed 10,26,22),
- Taky, A., J.C. Mailhol, Abdelhafid Debbarh, S. Bouarfa, A. Hammani, et al , 2005 : Diagnostic des pratiques d'irrigation gravitaire et possibilités d'amélioration dans le Gharb au Maroc.Séminaire sur la modernisation de l'agriculture irriguée, 2004, Rabat, Maroc. IAV Hassan II, 14 p., 2005. <cirad-00189198>
- Ladki, M. 2004 : Les externalités de l'irrigation Gravitaire. Identification - Quantification - Evaluation - Gestion. Sciences de l'environnement. 2004. fihal-02583515
- Mabah Tene, G. L., M. Havard, L.Temple, 2013: Déterminants socio-économiques et institutionnels de l'adoption d'innovations techniques concernant la production de maïs à l'ouest du Cameroun. *Tropicultura*, 31 (2) : 137-142. <http://www.tropicultura.org/text/v31n2/137.pdf>
- Mathieu, C.,J.C. Chossa, 2018: Les divers modes d'irrigation de la source à la parcelle 2018, Lavoisier, Paris, ISBN : 978-2-7430-2386-7
- Neupane, R.P., K.R. Sharma, G. B.Thapa, 2002: Adoption of agro-forestry in the hills of Nepal: A logistic regression analysis; *Agricultural Systems*: 2002; vol. 72: 177-96.
- Ngondjeb, N., M.L., Nje, M. Havard, 2013 : Analysis of household access to credit in rural Cameroon. *African Development Review*, 25(3), 318-330.
- Pindyck, R., D.L. Rubinfeld, 1981: *Econometric models and economics forecasts*, McGraw-Hill, London, 1981, 402 pages.
- Smith, A., D. Johnson, X. Zhang,2018 : agricultural extension, intra-household allocation, and gender equality in China. *American Journal of Agricultural Economics*, 100(5), 1402-1419.
- Zhang, Y., A. Thomas, C. Li, 2015 : Factors affecting the adoption of agricultural technology: Evidence from maize farmers in northern China. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(1), 126-136.
- Thomas, A., T. Nguyen, E. Y. Li, 2017 : Factors influencing farmers' adoption of agricultural innovations: A systematic review. *Environment, Development and Sustainability*, 19(2), 431-455.
- Patel, N. N., V. Kumar, S. Sharma, 2018 : Impact of agricultural extension services on adoption of integrated pest management practices: A case study of cotton farmers in India. *Agricultural Research*, 7(2), 192-199.
- Kumar, V., S. Singh, R.K., Rana, 2019 : Impact of agricultural extension services on smallholder farmers' income: Evidence from India. *Journal of Crop Improvement*, 33(5), 629-646.
- Mathieu, P., A. Bénali, O. Aubriot, 2001 : Dynamiques institutionnelles et conflit autour des droits d'eau dans un système d'irrigation traditionnel au Maroc. *Revue tiers monde*, 353-374.
- N'drin A.,B.Konan-Waidhet, K.K.Hélène, 2019:Analyse des Déterminants de la Résilience aux Changements Climatiques des Cultivateurs du Département de Fresco, Côte d'Ivoire, *European Scientific Journal*, ESJ 15, 288, <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n18p288>.
- Ostrom, E., 1999: Coping with tragedies of the commons, *American Review of Political Science*, 2: 493-535.
- Ramade, F., 2014 : Un monde sans famine ? vers une agriculture durable, UniverSciences, Dunod, Parid.
- Renoux, J. P., 2011 : L'irrigation pour une agriculture durable [WWW Document], Fondapol, URL <https://www.fondapol.org/etude/renoux-lirrigation-pour-une-agriculture-durable/> (accessed 9,12,22),
- Riaux, J., 2005: La Gestion participative de l'irrigation, exemple d'un cas d'intervention de l'État dans une vallée montagnarde du Haut Atlas marocain. In Actes des 15e Journées de la Société d'écologie humaine, Marseille, (sous presse) Hammoudi, A., 1982 : Droits d'eau et société : la vallée du Dra. *HTE*, 48 (12) : 105 - 120
- Roussy, C., A. Ridier, K. Chaib. 2015 : Adoption 'innovations par les agriculteurs : rôle des perceptions et des préférences. Working Paper SMART – LERECO N°15 - 03, INRA, Agro Campus Ouest, 37 pp.
- Ruf, T., Sabatier, L.L., 1992 : La gestion sociale de l'eau », *Chroniques Sud*, n° 8, 1992, pp. 75-79.
- Salhi, S., Bedrani, S., 2007 : Détermination de l'adoption de l'irrigation localisée (goutte à goutte) par les agriculteurs : cas du périmètre Hamiz, *Les cahiers du 23*, 155–169.
- Salhi, S., A. Imache, J.P. Tonneau, M.Y. Ferfera, 2012: Déterminants of conversion to drip irrigation systems by farmers: The case of the Mitidja plain in Algeria, *Cahiers Agricultures* 21, 417–426, <https://doi.org/10.1684/agr.2012.0598>
- Sintondji, L.O., E.K. Agbossou, B. Degnisodé, 2013:Dynamique de dégradation des forêts galeries et comblement du cours d'eau Agbado dans le département des Collines au Bénin, *Int, J, Biol, Chem, Sci.*, 7(4): 1555-1567, DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i4.12>
- Tansel, A., F.Bircan, 2006: Demand for education in Turkey: A tobit analysis of private tutoring expenditures, *Economics of Education Review*, 25, 303–313
- Zhang, B., Z. Fu, J. Wang, L. Zhang, 2019: Farmers' adoption of water-saving irrigation technology alleviates water scarcity in metropolis suburbs: A case study of Beijing, China, *Agricultural Water Management* 212, 349–357, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.09.021>