

Adoption et Impact des technologies agricoles sur le bien-être des riziculteurs en Côte d'Ivoire

N'Guessan Beugré Jonathan

Résumé: Le Repiquage en ligne droite (RLD) est une technique innovante de semis qui consiste à replanter des pépinières de riz en respectant une certaine distance (généralement 2 à 3 plants par poquets, espacés de 20 à 25 cm dans la ligne et entre les lignes). Toutefois, les rôles potentiels de cette technologie dans l'amélioration du bien-être des ménages agricoles en Côte d'Ivoire n'ont pas été suffisamment étudiés. Cette étude a identifié les déterminants de la décision des ménages agricoles d'adopter la technologie du RLD ainsi que son impact sur le bien-être, en utilisant des données transversales collectées de manière aléatoire dans le département de M'Bahiakro en Côte d'Ivoire.

Les résultats du modèle probit ont indiqué que l'adoption de la technologie du RLD était influencée par un ensemble différent de variables socioéconomiques et démographiques spécifiques aux agriculteurs à savoir : l'appartenance à un groupement agricole, l'accès à la terre, la formation pépinière, la nationalité, le statut matrimonial et le mode d'acquisition des intrants. En utilisant la technique de l'appariement des scores de propension (PSM), l'étude a révélé que l'adoption de la technologie du RLD entraîne des gains significatifs en termes de revenu rizicole et de dépenses de consommation par habitant des ménages. Cette étude conclut que la technologie du RLD pourrait être un outil de promotion de l'autosuffisance en riz, de sécurité alimentaire dans l'économie ivoirienne et, ainsi, contribuer à la réalisation de l'objectif de développement durable (ODD1 et 2) sur la réduction de la faim et de la pauvreté dans les pays en développement comme la Côte d'Ivoire. Elle améliorerait ainsi globalement le bien-être des ménages agricoles en Côte d'Ivoire.

Mots clés: Appariement des scores de propension (PSM), Impact sur le bien-être, Technologie du Repiquage en ligne droite (RLD)

Date of Submission: 12-06-2020

Date of Acceptance: 29-06-2020

I. Introduction

Le riz est l'une des céréales les plus importantes et consommées dans le monde entier. C'est un aliment de base dans plusieurs pays africains et il constitue une grande partie de l'alimentation de base régulière (Merem et al., 2017). Cependant, plusieurs pays en développement tel que la Côte d'Ivoire enregistrent des niveaux de productivité agricole des cultures de base faibles en raison de l'utilisation des méthodes agricoles traditionnelles, des mauvaises installations d'irrigation, de la fragmentation des terres, de l'impact du changement climatique, du mauvais usage des technologies agricoles modernes et de la disponibilité réduite du crédit (Chandio et al., 2017).

Il est largement admis que l'amélioration des technologies agricoles est cruciale pour un développement favorable aux pauvres. L'amélioration technologique est une promesse pour stimuler la transition d'une agriculture de subsistance à faible productivité vers une productivité plus importante et à renforcer les liens attendus entre les secteurs (Trigo et Cap, 2004). Dans de nombreuses régions du monde en développement, l'augmentation de la productivité agricole grâce à l'utilisation de technologies agricoles améliorées a eu un impact tendant à augmenter les revenus, à réduire la faim et à contribuer à d'autres mesures de bien-être (Owens et al., 2003).

Kassie et al (2011) montrent que la croissance de la productivité dans l'agriculture n'est pas possible sans les technologies d'augmentation du rendement telles que les variétés à haut rendement (HYV) et les technologies inorganiques et les engrais. Asfaw et al (2012) affirment que la croissance de la productivité dans le secteur agricole ne peut être obtenue que par le développement et la diffusion de technologies agricoles améliorées. Toutefois, les agriculteurs ruraux qui pratiquent l'agriculture sur de petites superficies de terre peuvent être soumis à des conditions difficiles telles que le manque de crédit adéquat, le manque d'accès au marché des produits et le manque de contacts de vulgarisation adéquats.

Parmi ces contraintes, les services de vulgarisation inadéquats ont été identifiés comme l'un des principaux facteurs limitant la croissance du secteur agricole et le développement des communautés rurales en général (Asfaw et al., 2012). Ces arguments mettent en exergue l'importance de la recherche, de l'adoption et l'amélioration de technologie comme essentielles pour accroître la productivité agricole et réduire la pauvreté, tout en préservant les agro-écosystèmes qui soutiennent les moyens de subsistance.

En effet, les technologies agricoles peuvent contribuer à réduire la pauvreté par des effets directs et indirects (Becerril et Abdulai, 2010 ; David et Otsuka, 1994 ; de Janvry et Sadoulet, 2001 ; Minten et Barrett, 2007 ; Moyo, Norton, Alwang, Rhinehart, et Demo, 2007). Les effets directs de la technologie sur la réduction de la pauvreté comprennent des gains de productivité et une baisse des coûts unitaires de production, ce qui peut augmenter les revenus et le bien-être des producteurs qui adoptent la technologie. Il existe également un certain nombre de technologies d'ordre supérieur (indirectes) dont les avantages de l'adoption sont fonction de l'élasticité de la demande et des déplacements de l'offre vers l'extérieur, qui peuvent faire baisser les prix des denrées alimentaires. Implicitement, cela pourrait augmenter la productivité, qui elle peut stimuler la demande de main-d'œuvre. Vu que les pauvres ont tendance à fournir de la main-d'œuvre non agricole, cela peut se traduire par une augmentation de l'emploi, des salaires et des revenus pour eux. Une productivité plus élevée peut donc stimuler un développement plus large de l'économie rurale par le biais de l'équilibre et les effets multiplicateurs, qui contribuent également à la réduction de la pauvreté et à l'amélioration du bien-être. La technologie agricole peut induire également des changements dans les modes de culture et d'affectation des ressources propres des agriculteurs à différents usages.

En Afrique subsaharienne, nombres de travaux empiriques sont souvent interrogés sur l'adoption et l'impact des technologies agricoles sur le bien-être des ménages agricoles (Minten et Barrett, 2007). Ils concluent dans la plupart des cas, un impact positif et significatif.

En Côte d'Ivoire, le riz en particulier est une source importante de céréales consommées. La part des dépenses des ménages pour le riz dans ce pays montre que cette céréale joue un rôle essentiel dans la consommation des ménages. En 2008, selon la Direction de la Statistique, de la Documentation et de l'Information, les dépenses alimentaires en Côte d'Ivoire ont été estimées à 3 380 millions d'euros et 17 % de ces dépenses étaient pour le riz (DSDI, 2011). Ces dernières années, la consommation de riz a connu une croissance rapide en raison de l'augmentation de l'urbanisation et de la forte croissance démographique. Toutefois, la production du pays est insuffisante pour répondre à la demande croissante.

En 2015, le riz était toujours l'aliment principal du pays avec une consommation estimée à 1 300 000 tonnes de riz blanchi par an contre une production annuelle de 684 738 tonnes de paddy. La culture locale de riz concerne près de 600 000 familles qui y tirent l'essentiel de leur revenu et représentent 8% de la population active. En plus 55% de ces riziculteurs sont des femmes (FAO, 2010).

En effet, depuis 2008, la politique du pays axée sur les importations, a eu un effet négatif sur l'économie nationale à la suite d'une flambée du prix international du riz. Les hausses de prix internationales, traduites directement en augmentations substantielles des prix intérieurs, ont eu un impact négatif sur le bien-être des consommateurs. Dimova et Gbakou (2012) notent que les ménages à revenu moyen en Côte d'Ivoire étaient les plus touchés par les chocs de prix en raison de leur incapacité à lisser les prix en consommant et en produisant des variétés de cultures alternatives. Aussi, les prix du riz ne sont pas revenus aux niveaux d'avant 2008 et sont restés à la hausse (Seck et al. 2010) malgré l'augmentation des superficies plantées et des rendements locaux du riz. A la suite de la crise alimentaire de 2008, le gouvernement ivoirien s'est engagé à réduire sa dépendance au riz importé et à augmenter sa production nationale. Un plan d'urgence pour le développement de la filière riz a donc été élaboré en mettant principalement l'accent sur la production et en distribuant des semences, des engrais et des équipements agricoles aux agriculteurs.

Cependant, la réalisation d'un tel objectif nécessite un diagnostic approfondi des déterminants de l'adoption des technologies agricoles par les agriculteurs en Côte d'Ivoire, d'autant plus que le faible niveau d'adoption des technologies agricoles par les agriculteurs en Côte d'Ivoire constitue malheureusement encore une source potentielle de la faiblesse du rendement ou de la productivité rizicole nationale. De plus, au niveau international, la Côte d'Ivoire est partie prenante de la réalisation des objectifs 1 et 2 liés à la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté. Pour cette raison, une compréhension plus claire des déterminants et effets de l'adoption des technologies agricoles sur le bien-être des ménages agricoles.

Cette étude est importante à plusieurs titres. D'abord, elle discute les déterminants d'adoption et des innovations agricoles, essentielles au changement technologique, à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté en Côte d'Ivoire. Ensuite, elle permet d'évaluer l'impact de l'adoption des technologies agricoles sur le bien-être des ménages agricoles en Côte d'Ivoire. Enfin, elle caractérise l'importance des investissements dans la modernisation des pratiques agricoles et l'optimisation des rendements rizicoles.

L'objectif principal de cette analyse est d'évaluer l'impact de l'adoption des technologies agricoles (le repiquage en ligne droite (RLD)) sur le bien-être des agriculteurs adoptants en Côte d'Ivoire. De manière spécifique, il s'agira de : (i) identifier les facteurs influençant l'adoption du repiquage en ligne droite (RLD) par les agriculteurs et (ii) apprécier l'effet moyen du repiquage en ligne droite sur le bien-être des ménages agricoles. Relativement à cet objectif, nous testons l'hypothèse selon laquelle l'adoption du repiquage en ligne droite, améliore significativement le bien-être des ménages agricoles en Côte d'Ivoire. Cette analyse fournit des éclairages permettant d'apprécier l'impact des investissements dans la promotion et la vulgarisation des technologies agricoles sur le bien-être global des ménages agricoles.

II. Revue de Littérature

Cette section présente une revue des études précédentes sur l'adoption et l'impact de l'adoption des technologies agricoles. Elle présente successivement et brièvement les travaux théoriques et empiriques relative à : (i) l'importance du rôle de l'agriculture dans le développement, (ii) le développement de l'innovation, (iii) les déterminants de l'adoption des technologies agricoles, et (iv) et leurs impacts de l'adoption des technologies agricoles.

2.1 Importance du rôle de l'agriculture dans le développement

L'importance du rôle de l'agriculture dans l'accélération de la croissance industrielle est bien documentée dans la littérature. Par exemple, la révolution industrielle historique en Angleterre qui remonte à 1750 et celle du Japon en 1880 étaient toutes deux liées à des révolutions agricoles (Bezemer et Headey, 2008). Récemment, les succès de la révolution verte ont donné le coup d'envoi de l'industrialisation dans certains pays en développement grâce à la croissance de la productivité est également remarquable (Lipton 1988). Toutefois, de nos jours, le rôle de l'agriculture dans le développement, en particulier dans les pays en développement, dépasse le simple soutien à la révolution industrielle. Par conséquent, le paradigme classique qui prévalait dans la pensée économique à une époque antérieure doit être élargi, car la croissance agricole est capable d'accélérer la croissance du PIB aux premiers stades du développement, de réduire la pauvreté et la vulnérabilité, de réduire les disparités de revenus entre les zones rurales et urbaines, de libérer des ressources rares telles que l'eau et la terre pour qu'elles soient utilisées par d'autres secteurs et de fournir unemultiplicité des services environnementaux (de Janvry, 2010).

Schultz (1964) a proposé "High Input Pay-off model" pour transformer l'agriculture traditionnelle en un secteur productif. Ruttan et Hayami (1972) ont noté que les politiques agricoles basées sur le modèle de Schultz sont capables de générer un taux de croissance agricole suffisamment élevé et stimuler la croissance économique globale et le développement. Le modèle, fondé sur le développement de technologies améliorées, la disponibilité des intrants de production ainsi que de la diffusion des technologies a été la base de larévolution qui a transformé les secteurs agricoles et les économies de nombreux pays asiatiques et d'Amérique latine. De même, la révolution verte peut être réalisée en Afrique à condition d'engager des investissements de qualité dans la recherche pour développer des technologies améliorées ainsi que la diffusion de meilleures pratiques agricoles.

2.2 Développement de l'innovation

En effet, une innovation est définie comme un facteur technologique qui modifie la fonction de production des innovateurs de manière à ce qu'ils puissent enregistrer de biens meilleures avantages que les non-innovateurs. Selon Rogers (1995, 2003), il existe cinq attributs perçus d'une innovation. Le premier est l'avantage relatif de la nouvelle technologie. Il s'agit de la mesure dans laquelle l'innovation supplante les pratiques actuelles en termes de rendement économique, de prestige social et satisfaction. En termes simples, elle mesure si un individu perçoit l'innovation comme avantageuse. Plus l'avantage relatif perçu d'une innovation sera rapide, plus son adoption sera rapide. Deuxièmement, la compatibilité de l'innovation avec les valeurs existantes, les expériences passées et les besoins des adoptants potentiels.

Une innovation qui est compatible avec les valeurs et les normes d'un système social sera adoptée rapidement qu'une innovation incompatible. L'adoption d'une innovation incompatible nécessite souvent l'adoption préalable d'un nouveau système qui peut être relativement lent en termes de processus. Troisièmement, la complexité ou le degré de perception d'une innovation comme étant difficile à comprendre et à utiliser. Plus une idée est perçue comme complexe, plus il faudra de temps pour qu'il soit adopté. Quatrièmement, le degré auquel une innovation doit être expérimentée sur une base limitée. Les nouvelles idées qui peuvent être expérimentées sur un plan échelonné seront généralement adoptées plus rapidement que les innovations qui ne sont pas divisibles. Enfin, l'observabilité est la mesure dans laquelle les résultats d'une idée sont visibles. Plus il est facile pour les gens de voir réellement les résultats d'une innovation, plus vite ils accepteront l'idée.

2.3 Déterminants de l'adoption de technologies agricoles

La littérature souligne que l'adoption ou la diffusion de technologie agricole est essentiellement tributaires de facteurs socio-économiques, démographiques et institutionnelles. Ainsi, Feder et Umali (1993) soulignent que l'adoption d'une nouvelle technologie peut être étudiée à deux niveaux : au niveau micro où l'unité de décision individuelle (agriculteur) décide d'adopter ou non une nouvelle technologie ainsi que l'intensité de l'utilisation si elle est adoptée. Au niveau macro où l'adoption globale (diffusion) se produit parmi les membres d'une population pendant une période de temps donnée.

Ces débats montrent surement l'importance de l'utilisation des technologies agricoles. Mekonen et Karelplein (2014) arguent à cet effet que l'amélioration de l'utilisation des technologies est primordiale sur la productivité des cultures des ménages ruraux et l'aide sociale. La productivité peut donc être renforcée par

l'utilisation de technologies agricoles améliorées (Maertens et Barrett, 2013). Elle joue un rôle important dans la lutte contre la pauvreté, réduit les coûts unitaires de production, stimule les revenus et la réduction de la faim (Kassie et al., 2011). Les agriculteurs pauvres pourraient notamment bénéficier de l'adoption de technologies en vue de l'augmentation de leur production pour la consommation domestique et l'augmentation des recettes brutes provenant de la vente des récoltes (De Janvry et Sadoulet, 2002). Dans le même ordre d'idées, l'amélioration de l'adoption des technologies agricoles a le potentiel d'accroître la part de marché de la production agricole grâce à l'utilisation des ressources et à la diversification de la production des petits exploitants. L'augmentation de la productivité agricole dépend de l'adoption de technologies d'amélioration de la production et de la capacité d'innovation des agriculteurs (Awotide et al., 2016).

La littérature existante a mis en évidence l'impact positif de l'adoption de technologies sur la productivité, la réduction de la pauvreté et le bien-être dans le monde (Awotide et al., 2016 ; Nyangena et Maurice, 2014). Par exemple, en Éthiopie des études ont révélé les implications positives sur le bien-être et la productivité des adoptants à la suite de l'adoption des technologies agricoles améliorées (Asfaw et al., 2012 ; Mekonen et Karelplein, 2014) et cela permet d'améliorer la sécurité alimentaire des petits exploitants agricoles (Shiferaw et al, 2014).

Les déterminants de l'adoption des IRV ont été étudiés pour différents pays, notamment l'Inde (Kumar et al, 2016), la Malaisie (Adedoyin et al, 2016), les Philippines (Mariano et al, 2012), le Népal (Ghimire et al, 2015), le Bangladesh Hossain et al, 2006), le Bénin (Dandedjrohoun et al, 2012), le Nigeria (Tiamiyu et al, 2009 ; Ologbon et al, 2012), l'Éthiopie (Asmelash, 2012) et le Kenya (Okello et al, 2016). Certaines études menées dans la province du Punjab au Pakistan portent principalement sur l'efficacité technique de la production de riz et l'impact du crédit institutionnel sur la productivité du riz (Abedullah et Mushtaq, 2007 ; Khalid Bashir et Mehmood, 2010 ; Hussain, 2012).

Adedoyin et al, (2016) ont étudié en particulier les facteurs socio-économiques influencent l'adoption des variétés améliorées à haut rendement, et le niveau d'impact sur le rendement du riz à Mada, en Malaisie en utilisant un modèle de régression logit. Les résultats ont révélé que l'éducation, l'expérience et la taille de la ferme sont les facteurs qui influencent l'adoption des variétés de riz améliorées à haut rendement. De même, les déterminants de l'adoption des technologies de production rizicoles au Nigeria ont été étudiées en utilisant la technique de régression multivariée Tobit (Abubakar et al, 2016). Les résultats ont montré que la taille du ménage, la taille de l'exploitation, l'expérience, le capital social, la participation à la formation, les contacts de vulgarisation et la distance du marché ont influencé de manière significative et positive l'adoption des technologies de production de riz. L'adoption de l'amélioration de la variété de riz et ses effets sur la production des agriculteurs a été examiné au Ghana en utilisant l'effet de traitement (Bruce et al, 2014). Les résultats montrent que l'adoption d'une variété de riz améliorée a un impact positif sur la production agricole. En outre, les résultats ont révélé que les facteurs tels que l'éducation, la taille du ménage et les petites exploitations agricoles ont influencé l'adoption d'une variété de riz améliorée.

Diagne (2006), a étudié les déterminants de l'adoption et les estimations des taux d'adoption réels et les taux d'adoption potentiels des variétés NERICA en Côte d'Ivoire en utilisant les normes binaires et la régression de Poisson. Il rapporte que la culture du riz partiellement destiné à la vente, la taille du ménage, l'âge, l'expérience dans la culture du riz de montagne et la participation aux essais PVS ont eu un impact positif et statistiquement significatif sur l'adoption des NERICA. Il a fait valoir que la probabilité prédite de l'adoption serait biaisée si la non-exposition à la technologie n'était pas prise en considération, étant donné que la technologie a été introduite récemment et que seuls quelques agriculteurs en avaient connaissance. Ainsi, la probabilité prévue de l'adoption (réelle) s'est avérée être de 4 %, alors que le taux d'adoption potentiel était de 27 % si l'on prenait en considération la non-exposition. Tiamiyu et al, (2009) ont utilisé le modèle Tobit pour examiner les déterminants et l'intensité de l'adoption de NERICA dans les États de Nassarawa et de Kaduna au Nigeria. Ils ont constaté que l'éducation, les visites de vulgarisation, l'expérience agricole, la propriété foncière, l'utilisation du crédit et le niveau de commercialisation ont eu une influence positive sur l'adoption et l'intensité de l'adoption des NERICA.

Par ailleurs, un certain nombre de facteurs influençant l'adoption des technologies du riz comprend la taille des terres cultivées (Hussain, 2012), les biens agricoles tels que la propriété de tracteurs et de tubes, la propriété d'un bien (Ali et al, 2014), l'épargne des ménages (Frongillo et al, 1997), les contraintes financières (Chang et al, 2014 ; Singh et Varshney, 2016), l'accessibilité au crédit (Gundersen et Gruber, 2001 ; Ribar et Hamrick, 2003 ; Chandio, 2016 ; Chandio et al, 2017), la propriété de bétail (Ali et Khan, 2013), le faible niveau de revenu (Loopstra et Tarasuk, 2013), le travail non agricole (Owusu et al, 2011), le sexe du chef de ménage (Kassie et al, 2014), l'éducation, la taille du ménage, l'expérience, l'utilisation des engrais, l'accès à l'irrigation, la fertilité des sols, le climat (Buriro et al, 2015 ; Hasnain et al, 2015), le contact avec les agents de vulgarisation et de formation, l'adhésion aux groupes d'agriculteurs (Mirani et al, 2002 ; Mirani et Memon, 2011 ; Adedoyin et al, 2016), et l'utilisation des informations et technologies de communication telles que le téléphone portable, la télévision et la radio (Adesina et Baidu-Forsan, 1995 ; Zhang et al, 2016 ; Aldosari et al, 2017).

2.4 Impact de l'adoption des technologies agricoles

L'évaluation de l'impact d'une technologie agricole, par exemple la technologie du RLD, est importante pour examiner son efficacité ainsi que ses performances sur le rendement des agriculteurs et, par conséquent, sa contribution à leur bien-être.

Dans la littérature, diverses approches économétriques ont été développées pour examiner l'effet causal de la technologie agricole sur divers résultats d'intérêt, mais il y a des questions sur les approches crédibles pour construire une situation contrefactuelle appropriée afin d'identifier la véritable causalité de l'adoption des technologies. Si les premières études empiriques sur les effets causaux des programmes et des politiques ont porté sur l'utilisation des méthodes économétriques pour traiter l'endogénéité, telles que les méthodes à effet fixe des analyses de données de panel et les méthodes de variables instrumentales IV, des travaux ultérieurs ont combiné l'approche semi-paramétrique afin de développer de nouveaux estimateurs qui nécessitent moins de formes fonctionnelles et d'hypothèses d'homogénéité. Ainsi, le modèle causal de Rubin, communément appelé modèle des résultats potentiels, a été particulièrement important dans ce sens (Imbens, 2009). Comme l'indique Donald Rubin (1974, 1977 et 2004), les effets causaux sont des comparaisons des résultats potentiels qui auraient été observés sous différentes expositions d'unités de traitement.

Les études précédentes sur les déterminants de l'adoption des technologies supposent implicitement que l'impact des technologies agricoles envisagées est bénéfique en termes d'amélioration de la productivité et du bien-être. Cependant, les preuves empiriques de l'impact de l'adoption de technologies sur la productivité et le bien-être sont mitigées.

De Janvry et Sadoulet (2002b) ont constaté des effets positifs directs et indirects de l'utilisation des technologies sur la productivité et le bien-être dans les pays en développement. De même, Kijima et ses collaborateurs (2008) ont constaté que les nouvelles variétés de riz pour l'Afrique (NERICA) avaient un impact sur la réduction de la pauvreté en Ouganda. Hossain et al. (2003) ont indiqué que l'adoption d'une variété de riz à haut rendement n'a un effet positif que pour les ménages les plus riches, mais a un effet négatif sur les pauvres. Gabre-Madhin et Haggblade (2004) montrent que l'adoption de nouvelles variétés de maïs à haut rendement est plus rapide chez les grands exploitants commerciaux que chez les petits au Kenya. Bourdillon et al. (2003) ont observé que l'adoption d'une variété de maïs à haut rendement n'augmente que modérément les revenus des cultivateurs qui l'adoptent au Zimbabwe.

Partant d'une enquête sur les ménages réalisée en 2006 au Mali, Gubert et al. (2010) ont utilisé la méthode Heckman en deux étapes pour évaluer l'impact des transferts financiers sur l'incidence de la pauvreté parmi les ménages agricoles dans les zones rurales du Mali. Ils ont constaté que les envois de fonds a réduit les taux de pauvreté de 11 % et le coefficient de Gini d'environ 5 %. Ils ont également constaté que les ménages des quintiles inférieurs étaient plus dépendants des envois de fonds, qui sont moins substituables par une main-d'œuvre supplémentaire. De même, Bacha et al. (2009), ont étudié les impacts sur la réduction de la pauvreté de l'adoption de la technologie de l'irrigation à petite échelle dans la région d'Ambo

Dans le district de l'ouest de l'Éthiopie en utilisant le modèle de sélectivité de Heckman. Leurs résultats ont indiqué que l'incidence, la profondeur et la gravité de la pauvreté étaient nettement plus faibles dans les exploitations agricoles des ménages ayant accès à l'irrigation.

Adekanbi et al (2009) ont utilisé les données d'une enquête auprès des ménages de 2004 pour examiner l'impact de l'adoption des variétés NERICA (Nouveau riz pour l'Afrique) sur le revenu et le statut de pauvreté des producteurs de riz en République du Bénin en utilisant l'estimateur non paramétrique Wald et l'approche de la variable instrumentale pour estimer l'effet de traitement moyen local (LATE). Ils ont estimé que puisque les variétés NERICA ont été introduites par l'approche de sélection variétale participative (PVS), seuls quelques paysans ayant participé à la PVS ont pu être exposés à la technologie. L'exposition aux NERICA a été identifiée comme un instrument en corrélation avec l'adoption mais pas avec le résultat. Leurs résultats ont indiqué que l'adoption de variétés de NERICA avait un impact positif et significatif sur les dépenses des ménages et la réduction de la pauvreté parmi les ménages de riziculteurs dans la zone d'étude.

Aussi, Nguetzet et al. (2011) ont évalué l'impact des variétés du NERICA sur le revenu et le statut de pauvreté des producteurs de riz au Nigeria en utilisant l'estimateur Wald et la variable instrumentale (IV) pour estimer le traitement moyen local Effet (LATE). Ils ont également constaté que l'adoption de technologies avait un impact positif sur les revenus et tendait à réduire l'incidence de la pauvreté parmi les adoptants de la technologie. Toutefois, la non-exposition à la technologie peut ne pas être un instrument valable compte tenu de la campagne de diffusion massives technologies du NERICA et un accès illimité aux semences NERICA.

Mendola (2007) a utilisé l'approche de l'appariement des scores de propension (PSM) pour étudier l'impact de l'adoption de variétés de riz à haut rendement sur le bien-être économique des petites exploitations ménages dans les zones rurales du Bangladesh. Il a constaté que l'adoption directe de technologies agricoles améliore les capacités de production et la réduit significativement l'incidence de la pauvreté parmi les adoptants par rapport aux non-adoptants. Becerril et Abdulai (2010) ont également employé l'approche de l'appariement des scores de propension (PSM) pour évaluer l'impact de l'adoption du maïs à haut rendement sur le bien-être des ménages agricoles au Mexique. Ils concluent que l'adoption de la technologie a amélioré la productivité des

adoptants, a augmenté leurs dépenses par capital et a réduit l'incidence de la pauvreté parmi eux. Plus précisément, leurs conclusions empiriques ont montré que l'adoption des technologies a contribué à augmenter les dépenses des ménages par habitant de 136 -173 pesos mexicains, ce qui réduit la probabilité que les adoptants tombent en dessous du seuil de pauvreté de 27 à 31%. De même, Kassie et al. (2011) ont évalué l'impact de l'adoption de variétés d'arachides améliorées sur le bien-être des ménages producteurs en Ouganda rural en utilisant le score de propension (PSM). Ils ont constaté que l'adoption de l'arachide à haut rendement a considérablement augmenté et a augmenté les chances d'échapper à la pauvreté des personnes qui adoptent la technologie.

Chang (2013) a examiné l'effet du programme de retraite des anciens agriculteurs sur les exploitations agricoles à Taiwan en utilisant le cadre analytique de la régression par discontinuité et a constaté que le programme de retraite incitait les agriculteurs âgés à travailler davantage sur l'exploitation et moins d'activités non agricoles. Eggleston (2014) a également utilisé une analyse de régression par discontinuité pour évaluer l'impact du nouveau programme de retraite rural de la Chine sur la promotion de la migration de la main-d'œuvre et l'emploi hors exploitation. Les résultats ont révélé une différence perceptible dans le comportement à l'âge de la retraite des enfants adultes des bénéficiaires plus susceptibles de prendre un emploi non agricole et d'émigrer vers d'autres régions à la recherche de tels emplois. Ces changements abrupts dans le comportement des ménages au moment de l'arrêt de la production suggèrent que la migration peut être découragée si les ménages ne sont pas soumis à des contraintes de crédit.

Toutefois, malgré les preuves abondantes dans la littérature sur l'impact positif de l'adoption des technologies agricoles sur la productivité, la réduction de la pauvreté et le bien-être des ménages (Mendola, 2007 ; Diagne et al., 2009 ; 2011 ; Awotide et al. 2012), il est également admis que l'adoption de variétés améliorées et l'impact positif qui en résulte sur la productivité, la pauvreté et le bien-être est encore faible dans le contexte des pays en développement. A cet effet, la Banque mondiale (2007) a affirmé qu'un moyen important de réduire la pauvreté dans les zones rurales est de renforcer le marché la participation des petits exploitants ruraux, car cela peut augmenter les revenus nets de la production agricole. Pour que les petites exploitations agricoles puissent augmenter durablement la productivité.

III. Méthodologie

3.1 Source de données

Les données utilisées dans le cadre de cette analyse sont issues des enquêtes terrain réalisées dans les zones identifiées et auprès des ménages concernés. Dans cette section, nous aborderons successivement la zone de l'étude et l'échantillonnage.

La Zone d'Intervention du Projet (ZIP) est située dans le département de M'Bahiakro dans la zone du Nzi- Comoé au centre de la Côte d'Ivoire. Elle couvre six villages autour de la ville de M'Bahiakro à savoir : Kouassikro, Daoukro, N'Diorèkro, Abokro, Akrifoukro et Ouokoukro. La population de la ZIP est estimée à 14 701 habitants (dont 3 289 habitants dans les six villages et 11 412 habitants de la ville). Cette zone, située dans le domaine mésophile du faciès climatique de la Côte d'Ivoire (caractérisé par le climat baouléen de transition) est marquée par des zones de forêts denses semi-décidues et de savanes boisées, arbustives et herbeuses, avec la présence de la plaine alluviale du N'Zi, de plateaux et de basses terrasses. Elle est essentiellement drainée par le fleuve N'Zi, long de 630 Km à partir de Tafiré (où il prend sa source) et pointée par une moyenne pluviométrique de 1063,86667 mm observée sur la période de 2006 à 2011 (ANADER, 2011), soit l'une des plus faibles du pays. Les sols sont pour certains limoneux et profonds avec un haut potentiel de fertilité, et pour d'autres argileux et sableux-argileux. Ce qui constitue un atout important pour la pratique des cultures de riz et de maraichers.

Les données sont issues d'une enquête ménage réalisée dans le département de M'Bahiakro. L'étude utilise une procédure d'échantillonnage aléatoire par grappes (sondage par grappes) pour sélectionner six¹ villages afin de former un ensemble de grappes traitées.

Dans une première étape, une liste des villages rizicoles, ainsi que la commune de M'Bahiakro est obtenue grâce à des consultations avec les acteurs nationaux de la riziculture. Dans chaque site sélectionné (villages, ville), une partie de la population est choisie pour être bénéficiaire des parcelles dans les zones bénéficiaires. Ce choix est motivé par des critères définis de manière collégiale avec les populations des villages et de la ville de M'Bahiakro, ainsi que les autorités et organisations traditionnelles locales.

Dans une seconde étape, nous disposons à la fois des bénéficiaires des parcelles et des non-bénéficiaires sélectionnés au hasard, sachant que les deux catégories de population sont différemment affectées par le projet. D'une part, les bénéficiaires du projet qui bénéficient d'un accès à des services techniques d'appui

¹La zone d'intervention du projet (ZIP) est située dans le département de M'Bahiakro dans la zone du Nzi-Comoé au centre de la Côte d'Ivoire. Il couvre six villages autour de la ville de M'Bahiakro à savoir : Kouassikro, Dangoukro, N'Diorèkro, Abokro, Akrifoukro et Ouokoukro.

tels que : l'accès aux infrastructures de gestion de l'eau, l'accès aux intrants de production, l'accès à la formation pratique agricole et sur le fonctionnement et la gestion de la coopérative, et l'accès à des facilités de crédit et à des services de mécanisation de la production.

D'autre part, la population non traitée (non-bénéficiaires) par le projet n'a certes pas accès à ces installations de production agricole et ces services de soutien, mais a accès aux infrastructures communautaires sociales et de transports construits par le projet pour l'ensemble du village telles que les puits d'eau potable, les latrines et les routes pour connecter les villages à la ville de M'Bahiakro. En sus, une zone de contrôle dans la région du N'Zi-Comoé est identifiée afin de sélectionner les grappes de contrôle qui correspondent le mieux possible aux grappes traitées. Les critères de similarités agro-climatiques², économiques, socioculturelles et démographiques de la population ont été retenus pour identifier la zone de contrôle. La région de Bongouanou est ainsi retenue en raison de son potentiel de production en riz périurbain semblable à celui de M'Bahiakro. Cinq villages (Abongoua, Agbovillage, Tokoukro, Nanankou et Yafo) ont ainsi été sélectionnés selon les mêmes procédures dans la région de Bongouanou, ainsi que la ville de Kotobi. Ces villages sont proches des plaines et pratiquent la culture du riz pluvial comme dans la ZIP.

En définitive, les données sont collectées auprès d'un échantillon stratifié et aléatoire de 329 ménages agricoles des départements de M'Bahiakro et de Bongouanou (dont 175 en zone bénéficiaire et 154 en zone témoin) sur 13 villages (6 en zone témoin et 7 en zone Bénéficiaire) pendant deux phases de production. Le mode d'échantillonnage est à deux degrés. Le village représentant le premier degré et le ménage rizicole, le second degré. Les données sont collectées à l'aide de tablettes avec l'application Mlax développée par AfricaRice³. Deux types de données sont collectées à savoir les données ménages agricoles (rizicoles et autres que la riziculture) et les données-village auprès des chefs de village. Les données contenues dans le tableau 1 détaillent l'échantillonnage.

Tableau 1 : Distribution des ménages agricoles selon les localités échantillonnées

Traité		Témoin	
Village	Nombre de ménage enquêté	Village	Nombre de ménage enquêté
Ouokoukro	22	Abongoua	28
Akrifoukro	22	Agbo village	25
Dangou	22	Kotobi	26
M'Bahiakro	22	Nanankou	25
Abokro	51	Yafo	25
Kouassikro	19	Tokoukro	25
N'Diokro	17	-	-
Total	175	Total	154

Source : Données enquête CIRES 2017

3.2 Cadre analytique

• Techniques d'estimation d'impact

Notre analyse se focalise essentiellement sur l'axiome de la rationalité. Ainsi, chaque agriculteur, tenant compte de la contrainte de rareté des ressources, n'adoptera la technologie du repiquage en ligne droite (RLD) que si elle apporte plus de revenus que de coûts. Toutefois, la décision discrète d'adopter la technologie peut être analysée dans le contexte d'une utilité aléatoire.

Supposons de fait qu'un agriculteur quelconque adoptera la technologie agricole nouvelle que lorsqu'elle lui permet de maximiser son profit. Autrement dit, un agriculteur ou producteur adoptera la technologie si l'utilité nette attendue U_i^a est supérieure à celle des non adoptants U_i^n . En conséquence, un agriculteur adoptera la technologie si l'utilité nette attendue est strictement positive : $U_i = U_i^a - U_i^n > 0$. En outre, l'équation de base caractérisant l'estimation de l'impact des technologies agricole sur le bien-être des ménages peut être décrite comme suit :

$$Y_i = \delta_0 + \delta_1 Z_i + \delta_2 X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

²L'existence de basses terres et la proximité des sources d'eau pour l'irrigation.

³Le système permet d'éviter la perte de temps et des erreurs liées à la saisie des données, et de disposer des données en tout lieu via l'internet.

Où Y_i : désigne les différentes variables dépendantes (les dépenses totales de consommation par habitant en biens non durables et le revenu rizicole par habitant des ménages) considérées comme des indicateurs du bien-être, qui représentent également les variables de résultats ;

Z_i : désigne la variable binaire prenant la valeur 1 si l'agriculteur i adopte la technologie du RLD et 0 sinon ;

X_i : représentant un vecteur des caractéristiques socio-économiques et démographique des ménages ; ε_i : représente les termes d'erreur.

Si toutes les variables explicatives X_i , avec Z_i ont une incidence sur les variables de résultat ou de bien-être et ne sont pas corrélés avec le terme d'erreur ε_i , si l'on applique la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) (pour les indicateurs de bien-être), on obtient des estimations cohérentes.

En conséquence, l'estimation de l'intérêt δ_i , qui mesure l'impact de la technologie du RLD sur le bien-être des agriculteurs Y_i peut être considéré comme le véritable impact du RLD sur le bien-être. Néanmoins, la technologie agricole du RLD est en soi potentiellement endogène (c'est-à-dire qu'elle est elle-même déterminée par d'autres facteurs). Par conséquent, le fait de ne pas tenir compte de cette endogénéité peut se traduire par des estimations incohérentes et biaisées. Ce biais d'endogénéité peut résulter de la nature aléatoire à laquelle les agriculteurs adoptent les technologies. Par exemple, un agriculteur peut décider d'appliquer la technologie du RLD parce qu'il a l'accès aux informations concernant les avantages de cette technologie. D'autre part, les agriculteurs manquant d'informations sur les avantages de la technologie du RLD pourraient ne pas adopter cette technologie. Dans ce cas, le fait de ne pas contrôler ce type de biais peut sous-estimer ou surestimer le véritable impact de la technologie du RLD sur le bien-être des agriculteurs.

En outre, bien d'autres défis en matière d'évaluation d'impact, basés sur l'observation non expérimentale consistent à comprendre clairement la gestion de la causalité en raison du biais de sélection de l'échantillon et du problème des données manquantes pour le contrefactuel Slesnick (1998). Le biais de sélection de l'échantillon est dû au fait que l'adoption de la technologie du RLD n'est pas attribuée de manière aléatoire, mais est fortement corrélée avec les caractéristiques observables des ménages ainsi que des exploitations agricoles. Le problème des données manquantes se pose parce que les résultats contrefactuels ne peuvent pas être observés. Ainsi, le résultat des ménages ciblés dans le scénario contrefactuel (s'ils n'avaient pas été adoptés) ne peut pas être observé en même temps, car les ménages individuels sont évalués comme faisant partie du groupe adopté ou non, et ne peuvent donc pas être dans les deux états en même temps. En outre, les caractéristiques non observables des ménages telles que les compétences en matière de gestion peuvent influencer les décisions des ménages d'adopter la technologie ainsi que leurs résultats, ce qui entraîne des incohérences et des distorsions d'estimations.

Les techniques les plus couramment utilisées pour surmonter les contraintes de l'endogénéité, le biais de sélection de l'échantillon et les données manquantes sont les approches du score de propension (PSM) et des variables instrumentales (IV).

Cependant l'inconvénient de l'approche des variables instrumentales (IV) réside dans la difficulté de trouver les instruments appropriés pour estimer le modèle et l'imposition d'hypothèses de forme fonctionnelle linéaire (Heckman et al., 2007). Contrairement aux hypothèses de l'approche des variables instrumentales (IV), le PSM ne nécessite aucune hypothèse sur la fonction consistant à spécifier la relation entre la variable d'adoption et la variable de résultat. Le PSM n'exige pas non plus l'endogénéité des covariables pour estimer les effets de causalité sur la variable de résultat (Heckman et al., 2007). L'une des limites toutefois du PSM est son hypothèse d'indépendance conditionnelle. Cette hypothèse stipule que, pour un vecteur donné t de covariables observées, l'adoption est indépendante du résultat potentiel. Todd et Smith (2005) ont noté que l'autosélection dans un traitement sur la base de caractéristiques non observées pourrait donner lieu à une différence de résultats entre le groupe traité et le groupe témoin.

Cependant, selon Jallan et Ravallion (2003), l'hypothèse d'une sélection basée sur des caractéristiques observables est plus souple que la difficulté de trouver les bons instruments et l'imposition d'une fonction linéaire lorsqu'on utilise l'approche des variables instrumentales (IV) dans l'analyse de données transversales. Étant donné la nature transversale des données et la difficulté de trouver les bons instruments purement exogènes pour mériter l'utilisation de l'approche des variables instrumentales, l'étude a utilisé l'approche PSM pour estimer l'impact de la technologie du RLD sur le bien-être des agriculteurs.

- **La méthode de l'Appariement des scores de propension (PSM)**

La méthode d'appariement des scores de propension peut être défini comme la probabilité de recevoir un traitement en fonction des caractéristiques préalables au traitement (Rosenbaum et al., 2003). Dans cette approche du PSM, un groupe de comparaison statistique est constitué où les individus recevant un traitement sont appariés avec les individus du groupe de contrôle (ou groupe témoin) sur la base de covariables

observables, de sorte que le traitement est attribué au hasard. Ainsi, la méthode essaie d'apparier chaque ménage agricole traité (adoptants du RLD) avec des ménages agricoles similaires non traités (non-adoptants du RLD) et estime la différence moyenne des variables de résultat entre les adoptants et les non-adoptants. En d'autres termes, comment le bien-être des ménages agricoles aurait-il changé si les adoptants avaient décidé de ne pas adopter la technologie du RLD. Cela permet d'identifier un lien de causalité entre la variable de l'adoption et la variable de résultat. Les estimations d'impact basées sur des échantillons appariés sont moins biaisées et plus fiables que les estimations basées sur un échantillon complet (Rubin et al., 2003).

En estimant l'effet causal de la technologie du RLD sur le bien-être des ménages, en considérant Z comme un indicateur des ménages ayant adopté la technologie du RLD (groupe de traitement), qui prend la valeur 1 si traité, 0 sinon. L'appariement des scores de propension suit une procédure en deux étapes. Premièrement, l'adoption de la technologie du RLD est modélisée comme une variable dépendante du choix en utilisant un modèle probit ou logit, après quoi le score de propension pour chaque observation est calculé. Le modèle d'adoption de la technologie du RLD peut être spécifié comme suit :

$$p(X_i) = \Pr[Z_i = 1 / X_i] = E[Z_i / X_i] \quad p(X_i) = G\{k(X_i)\} \quad (2)$$

$$p(X_i) = \Pr(p = 1) / X_i \quad (3)$$

Avec où $G\{\}$ peut être un modèle probit ou logit avec une fonction de distribution cumulative normale ou logistique, respectivement, Z_i et X_i comme défini précédemment. À partir de l'équation (2), l'étude s'ajuste au modèle probit où les facteurs influençant l'adoption de la technologie du RLD sont identifiés. L'équation (3) montre la probabilité de recevoir un traitement ou un score de propension tel que défini par Rosenbaum et Rubin (1983).

Une fois le score de propension calculé, l'effet moyen du traitement sur le traité (ATT) peut être estimé en faisant correspondre chaque adoptant de la technologie du RLD à un non-adoptant conditionné à des caractéristiques similaires, ce qui constitue la deuxième étape. L'impact net de la technologie du RLD sur le bien-être des personnes traitées est perçu comme l'effet moyen du traitement sur les personnes traitées (ATT). Le TCA serait donc la différence entre le résultat du groupe de traitement avec le traitement ($Y_i(1)$), et sans traitement ($Y_i(0)$). L'ATT peut donc être spécifié de la façon suivante :

$$ATT = E[Y_i(1) - Y_i(0) / X_i, Z_i = 1] = E[Y_i(1) / X_i, Z_i = 1] - E[Y_i(0) / X_i, Z_i = 1] \quad (4)$$

Après avoir apparié le groupe traité avec le groupe témoin en utilisant le score de propension (PSM), l'ATT est alors calculé comme la différence pondérée entre les témoins traités et appariés (Gebrehiwot, 2015). Selon Gebrehiwot (2015), l'ATT mesure ainsi l'impact net de la technologie du RLD sur les ménages qui ont adopté cette technologie et peut donc être calculé comme suit :

$$ATT = E(Y^Z - Y^C / Z = 1) = \frac{1}{N_Z} \left[\sum_{i \in Z} Y^Z - \sum_{j \in C} \omega(i, j) Y_i^C \right] \quad (5)$$

Où N_Z : indique le nombre d'observation avec traitement ;

Y^Z et Y^C : représentent respectivement les variables de résultat avec et sans traitement, respectivement ;
 $\omega(i, j)$: désigne le facteur de pondération utilisé pour l'appariement. L'ATT a été estimée pour tous les indicateurs de bien-être des ménages agricoles utilisés dans cette étude.

IV. Résultats Et Discussions

Dans cette section de notre analyse, nous présentons les effets causaux de l'adoption de la technologie agricole du RLD par les agriculteurs sur le bien-être de leur ménage. Notre analyse se focalise sur nombres d'étude empiriques telles que celles d'Agyeman et al (2014), d'Awotide et al (2014), de Broekhuysse (1983), de Mwansakilwa et al (2017) et de Slesnick (1998) pour sélectionner les indicateurs de bien-être et d'autres facteurs socioéconomiques et démographiques spécifiques aux agriculteurs susceptibles d'avoir une influence sur la technologie du RLD (2018).

La variable de dépendance/traitement : Adoption de la technologie du RLD comme variable dépendante pour le modèle probit et la variable de traitement. Il s'agit d'une variable binaire à laquelle on attribue une valeur de un (1) si le ménage agricole adopte la technologie du RLD et de zéro (0), sinon.

Les variables de résultats : Les dépenses totales de consommation par habitant en biens non durables ont été calculées à partir des dépenses totales des ménages pour l'année précédente couvrant 12 mois. Elles ont été basées sur le coût des aliments (consommation par les ménages d'aliments produits à domicile + aliments achetés + aliments-cadeaux) et sur les dépenses non alimentaires (médicaments + éducation, entre autres) pendant chaque mois et agrégés au niveau annuel. La dépense totale de consommation par habitant en biens non

durables est la dépense de consommation ajustée pour chaque membre du ménage. Le revenu rizicole par habitant des ménages est constitué des revenus générés par les ventes de la production rizicole ajustées à chaque membre du ménage. Les statistiques descriptives sont présentées au tableau 3.

Les variables indépendantes : Le tableau 4 présente les statistiques descriptives des ménages agricoles échantillonnés dans la zone d'étude.

4.1 Exposition de l'échantillon observé au RLD et taux d'adoption

L'exposition de l'échantillon observé à la technologie du RLD et le taux d'adoption sont discutés dans cette section. Le principal point de départ de notre analyse est avant tout de vérifier le niveau de sensibilisation des agriculteurs et leur niveau d'adoption du RLD dans les zones échantillonnées.

Tableau 2 : Exposition de l'échantillon et taux d'adoption

Variable	Paramètre	Robust Std. Error	z	P> Z
Ne/N	0.206***	0.022	9.24	0.000
Na/N	0.075***	0.014	5.19	0.000
Na/Ne	0.367***	0.070	5.19	0.000
Nombre Total d'Observation	329			
Na	25			
Ne	68			

Ne/N : proportion des agriculteurs exposés conscients, Na/N : proportion des agriculteurs ayant adopté le RLD, Na/Ne : Proportion d'adoptants parmi les agriculteurs qui ont été exposés / sensibilisés***significatif à 1

Conformément aux conclusions de Diagne et al. (2009) relatives à l'exposition au RLD où la sensibilisation à celle-ci est une condition nécessaire pour l'adoption. Autrement dit, aucun agriculteur ne peut prendre la décision d'adopter une technologie agricole nouvelle sans en avoir au préalable connaissance. Ainsi, les résultats présentés dans le tableau 2 montrent que seulement 20,6% des agriculteurs avaient connaissance de la technique du RLD. L'adoption du RLD parmi ceux qui ont été exposés à la connaissance du RLD est estimée à 36,7%. Aussi, environ 7,5% des agriculteurs des localités d'étude ont adopté le RLD.

4.2 Définition et description statistique des variables

Notre analyse d'impact débute par un examen des différences observées dans les indicateurs de bien-être des ménages agricoles entre les adoptants et les non-adoptants du RLD. Les résultats statistiques sont consignés et présentés dans le tableau 3. Les tests t révèlent des différences significatives entre les adoptants et les non-adoptants du RLD au seuil de 5%. Ce résultat montre qu'en moyenne, les adoptants étaient mieux lotis que les non-adoptants en termes de Revenu rizicole et de Revenu rizicole par habitant. A contrario, les dépenses totales de consommation en biens non durables et les dépenses totales de consommation en biens non durables par habitant ne sont pas significatives.

On peut observer à partir du tableau que les revenus rizicoles ainsi que les revenus rizicoles par habitant sont significatifs au seuil de 5% entre les deux groupes. A contrario, les dépenses totales de consommation en biens non durables ainsi que les dépenses totales de consommation en biens non durables par habitant ne sont pas significatives entre les deux groupes. Le revenu rizicole annuel moyen est estimé à environ 587 000 Fcfa chez les adoptants contre 243 6350 Fcfa chez les non adoptants, soit deux fois moins que celui des adoptants. Le revenu rizicole annuel moyen par habitant quant à lui est estimé à environ 98 350 Fcfa et 41 650 Fcfa respectivement pour les adoptants et non adoptants.

Les statistiques résumant les caractéristiques socio-économiques des adoptants et des non-adoptants du RLD sont consignées dans le tableau 4. Le tableau révèle que l'agriculture irriguée est dominée par les hommes, soit 88%. Le résultat montre également que l'âge du chef de ménage n'était pas significativement différent pour les adoptants et les non-adoptants. L'on note également l'absence de différence dans le niveau d'alphabétisation des chefs de ménages parmi les adoptants et les non-adoptants, les premiers étant plus alphabétisés.

En outre, la taille moyenne des ménages des adoptants est nettement supérieure à celle des non-adoptants. Il y a également un nombre plus élevé de non adoptants ayant une activité secondaire que d'adoptants, mais ces différences ne sont pas significatives. La proportion d'adoptant riziculteur est nettement supérieure (40%) à celle des non adoptants (31,5%), mais elle est non significative. L'analyse du statut matrimonial révèle qu'il y a plus d'agriculteur marié ou en couple non adoptants que d'adoptant même si la différence n'est pas significative. Nous notons que la proportion d'agriculteurs adoptants membres d'une organisation ou d'un groupement agricole est supérieure (80%) et à celle des agriculteurs non adoptants (22,1%) – cette différence est significative au seuil de 1%. Aussi, le nombre d'agriculteurs adoptants ayant reçu une formation SRI et pépinière est significativement supérieur à celui des non adoptants. Concernant le mode d'acquisition des intrants, la proportion d'agriculteurs ayant eu accès aux intrants par crédit est significativement supérieure à celle des agriculteurs non adoptants. Il en est de même pour les superficies des parcelles irriguées

détenues par les adoptants sont significativement supérieures à celles détenues par les agriculteurs non adoptants. L'on note aussi une proportion significativement élevée d'agriculteurs nationaux adoptants (92%) que de non adoptants (73%) – avec également plus de riziculteur adoptants plus nombreux (40%) que de non adoptants (31,5%). Enfin, l'on note une production rizicole moyenne significativement plus élevée chez les adoptants (2045,12 kg) que chez les non adoptants (797,38 kg).

4.3 Les déterminants du RLD

Le tableau 4 présente l'estimation empirique du modèle probit de la première étape de l'estimation du PSM, qui montre les facteurs influençant l'adoption du RLD dans la zone d'étude. La log-vraisemblance de -45,6830, le pseudo R^2 de 0,4831 et le LR (Chi2) de 85,38 et le Prob > chi2=0,0000 (significatif au niveau de 1 %), implique que le modèle global est ajusté et les variables explicatives utilisés dans le modèle ont permis d'expliquer collectivement la décision des agriculteurs concernant l'adoption de la technique du RLD en Côte d'Ivoire.

En outre, la décision des riziculteurs d'adopter le RLD en Côte d'Ivoire a été influencée par plusieurs facteurs socioéconomiques et démographiques. Les facteurs spécifiques aux agriculteurs qui déterminent l'adoption de la technologie du RLD comprennent l'appartenance à un groupement agricole, l'accès à la terre, la formation pépinière, la nationalité, le statut matrimonial et le mode d'acquisition des intrants. Le mode d'acquisition des intrants influence positivement et significativement (à 1%) l'adoption du RLD. Ces résultats sont conformes à ceux de nombre d'auteurs qui soulignent que les difficultés d'accès au crédit et autres intrants agricoles pourraient impacter la décision d'adoption des nouvelles technologies (Croppenstedt et al. 2003 ; Udry 2010). Les agriculteurs, en général, font face à des contraintes de liquidités en périodes hors récoltes (Duflo et al. 2011). L'accès des agriculteurs au crédit renforcerait donc l'usage de certains intrants (Alene et Manyong 2006 ; Hailu et al. 2014).

Les résultats soulignent notamment que l'appartenance à un groupement agricole influence positivement et significativement (à 1%). Autrement dit, l'appartenance à un groupement professionnel agricole (membre d'un groupement professionnel agricole), influence particulièrement l'adoption par les riziculteurs du RLD comme technique de semis pour leur culture. L'influence positive de l'appartenance à un groupement professionnel agricole se justifie par le fait qu'il permet aux riziculteurs d'avoir facilement accès à la technologie et de partager l'information agricole entre membres. En effet, l'appartenance à un groupement facilite l'accès aux technologies surtout celles qui sont récentes. Le coût élevé des innovations technologiques ne permet pas aux individus de se les procurer. L'appartenance à un groupement permet donc de se l'offrir ou attirer l'attention des structures d'aide et bénéficier de ces innovations sous forme de dons ou de prêts. Ce résultat rejoint celui de Matuschke et Qaim (2009) qui montre que l'appartenance d'un chef de ménage agricole à une Organisation Professionnelle (OP) permet à ce dernier de disposer de l'information sur l'innovation et, est ouverte aux échanges avec ses voisins.

Il en est de même pour la formation pépinière qui affecte également positivement et significativement (à 1%) la décision des riziculteurs d'adopter le repiquage en ligne droite. Ceci traduit l'importance relative de la formation et du renforcement de capacité des agriculteurs dans les procédés d'amélioration de la production rizicole.

Pour rappel, il existe plusieurs techniques de semis notamment le semis en poche de sol, le semis à la volée avant mise en eau, le semis à la volée après mise en eau et le repiquage en ligne droite. Contrairement aux premières citées qui sont plus anciennes, la technique du repiquage en ligne est une technique innovante qui consiste à replanter des pépinières de riz en respectant une certaine distance (généralement 2 à 3 plants par poquets espacés de 20 à 25 cm dans la ligne et entre les lignes). Les distances sont mesurées à l'aide de corde ou de planche comportant des incisions qui marquent la distance entre les plans à respecter. Ainsi, cette tendance positive pourrait être attribuée à la spécificité dans l'application de la technique du repiquage en ligne droite et pour laquelle la formation pépinière s'avère être pour les riziculteurs, potentiellement adoptant, un outil extrêmement important et nécessaire.

Ces résultats sont conformes à ceux de Dagunga et al. (2018) et de Gebrehiwot (2015) qui soulignent que les services de vulgarisation notamment de formation des agriculteurs les équipent de pratiques agricoles modernes et des stratégies d'adaptation aux risques et aux incertitudes de l'agriculture.

L'accès à la terre est tout autant important eu égard son influence positif et significatif (à 1%) sur l'adoption du repiquage en ligne droite comme technique de semis par les riziculteurs. En effet, le projet a permis de lever la contrainte foncière pour les riziculteurs en leur permettant de disposer de superficie aménagée appropriées à leur culture. La sécurité foncière est un autre facteur d'influence sur la décision d'adoption d'une nouvelle technologie, notamment si cette dernière implique des investissements fixes. Les agriculteurs en incertitude sur le droit de propriété, ce qui est généralement le cas en Afrique Subsaharienne (Udry, 2010), vont être moins motivés à réaliser des investissements. Par conséquent, ils seront moins disposés à adopter une technologie qui leur impose des investissements supplémentaires (Udry, 2010 ; Hailu et al. 2014).

En sus, l'effet de l'âge, du niveau d'alphabétisation, la taille du ménage et le statut de pauvreté ne sont pas significatifs, ce qui indique que ces variables ne sont pas d'importants prédicteurs de l'adoption de la technologie du RLD. Ces observations contredisent certaines conclusions des études de (Saka et al 2005 ; Omoregbee et Okoedo - Okojie, 2008 ; Odoemenem et Obinne, 2010). Ceci est conforme aux conclusions de Mugisa-Mutetikka et al (2000) selon laquelle les pratiques qui nécessitent le temps libre des agriculteurs peut freiner leur adoption des technologies agricoles. En outre, l'âge des agriculteurs a une fonction quadratique qui implique que le taux d'adoption des agriculteurs est faible tant chez les jeunes que chez les plus avancés en âge. À un âge plus jeune, les agriculteurs peuvent ne pas pouvoir adopter les technologies modernes de production agricole, en particulier celles à forte intensité de capital, car du fait qu'ils pourraient ne pas avoir les ressources adéquates pour le faire. À un âge plus avancé, le volume des activités économiques se réduit, d'où leur incapacité à payer les technologies. En outre, les agriculteurs âgés ont accumulé des années d'expérience dans l'agriculture par l'expérimentation et l'observation et peuvent trouver difficile de laisser de telles expériences pour de nouvelles technologies.

En outre, la perception des agriculteurs selon laquelle la technologie et les avantages qui en découlent, demandent beaucoup de temps pour être réalisés, peuvent réduire leur intérêt pour de nouvelles technologies en raison de l'âge avancé des agriculteurs et de la possibilité de ne pas vivre assez longtemps pour en profiter (Caswell et al, 2001 ; Khanna, 2001). Les agriculteurs âgés ont souvent d'autres objectifs que le revenu dans ce cas, on ne s'attend pas à ce qu'ils adoptent une technologie permettant d'augmenter les revenus (Tjornhom, 1995).

L'effet sur le statut matrimonial est également significatif, mais négatif au seuil de 5%. Ceci signifie que les agriculteurs mariés ont tendance à vouloir davantage tester l'utilisation de nouvelles technologies dans la pratique de leur activité agricole. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'ayant la responsabilité d'une famille, ils prennent le risque de s'aventurer vers d'autres procédés de production afin d'accroître leur production et *in fine* leur revenu au bénéfice d'un meilleur bien-être familial.

Ces résultats sont conformes à ceux de Voh et al (2007), qui ont affirmé qu'un agriculteur marié est plus susceptible d'adopter des technologies agricoles améliorées en raison de sa responsabilité à nourrir plus de personnes. Les résultats font également remarquer que la nationalité des agriculteurs affecte leur statut d'adoption du RLD en Côte d'Ivoire. En effet, les riziculteurs nationaux ont une propension plus élevée à adopter le RLD que les non nationaux qui préfèrent conserver leurs habitudes culturelles.

Tableau 3 : Autres caractéristiques des ménages par statut d'adoption du RLD

Caractéristiques du ménage agricole	Adoptants	Non adoptant	Différences	T-test
Revenu rizicole annuel	586 973.2	243 637.8	-343335.4	-2.2097**
Dépenses annuelles du ménage	2 783 653	2 609 316	-174336.7	-0.3117
Revenu rizicole/membre du ménage	98 351.36	41 650.55	-56700.82	-2.2064**
Dépenses annuelles/membre du ménage	479 025.8	445 405.9	-33 619.91	-0.3630

Source : Données enquête CIRES 2017 : * significatif à 10% ; ** significatif à 5% et *** significatif à 1%.

Tableau 4 : Caractéristiques socioéconomique et démographique par statut d'adoption

Caractéristiques du ménage agricole	Adoptants	Non adoptant	Différences	T-test
Sexe du chef de ménage	0.880	0.878	- 0.001	- 0.025
Age du chef de ménage	46.04	46.06	0.029	0.010
Taille du ménage	6.40	5.78	- 0.617	-0.988
Superficie de la parcelle	0.92	0.46	- 0.46	-3.89***
Alphabétisation	0.480	0.450	- 0.029	- 0.282
Nationalité (1= Nationaux ; 0= non nationaux)	0.96	0.73	- 0.227	-2.54**
Mode d'acquisition intrants (1=crédit ; 0= autre)	0.480	0.108	- 0.371	-5.40***
Activité secondaire	0.200	0.305	0.105	1.111
Formation SRI	0.200	0.009	- 0.190	-6.259***
Groupeement	0.800	0.221	- 0.578	-6.701***
Statut matrimonial (1=marié ou en couple ; 0=non marié ou en couple)	0.720	0.815	0.095	1.168
Formation pépinière	0.68	0.111	-0.568	-8.271***

Origine	0.92	0.730	-0.189	-2.09**
Production rizicole	2045.12	797.38	-1247.73	-2.724**
Riziculteur	0.400	0.315	-0.084	-0.864

Source : Données enquête CIRES 2017 : * significatif à 10% ; ** significatif à 5% et *** significatif à 1%.

Tableau 5 : les Déterminants du repiquage en ligne droite (RLD)

Variables	Coef	StandardError	P> z
Age	-0.152	0.135	0.260
Taille ménage	0.101	0.111	0.363
Superficie rizicole	0.093	0.294	0.750
Statut matrimonial (1= marié ; 0=Autre)	-1.681**	0.960	0.080
Alphabétisation (1=Alphabétisé ; 0=Non)	-0.712	0.621	0.252
Sexe (1= Homme ; 0=Femme)	1.177	1.245	0.344
Mode d'acquisition intrants	2.077***	0.671	0.002
Accès à la terre (1= Direct ; 0=Indirect)	2.108***	0.733	0.004
Nationalité	2.456**	1.407	0.081
Riziculteur	0.758	0.598	0.205
Production rizicole	0.0001	0.0001	0.339
Groupe (1= Oui ; 0=Non)	2.208***	0.702	0.002
Formation pépinière (1= Oui ; 0=Non)	1.852***	0.628	0.003
Origine	0.153	1.065	0.885
Age ²	0.001	0.001	0.173
Statut de pauvre	0.752	0.644	0.243
_cons	-5.354	3.874	0.167

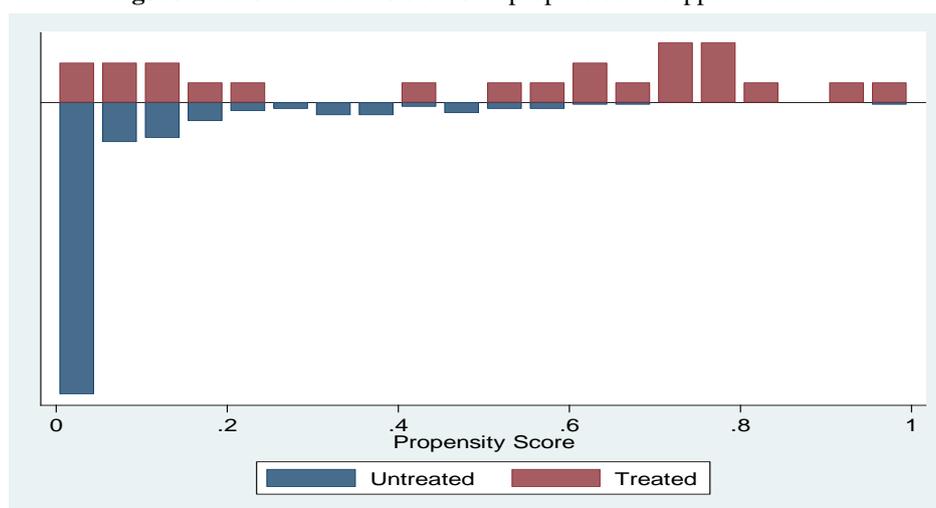
Source : Données enquête CIRES 2017 NB : * significatif à 10% ; ** significatif à 5% et *** significatif à 1%.

4.4 Impact du RLD sur le bien-être des ménages agricoles

Les effets de l'adoption de la technologie du RLD ont été estimés à l'aide des trois variables de résultat : le revenu rizicole par membre du ménage, les dépenses de consommation par membre du ménage et le revenu agricole par membre du ménage. Pour ce faire, l'étude a d'abord généré la distribution de densité du score de propension pour les adoptants et les non-adoptants de la technologie du RLD, comme le montre la figure 1. Il s'agit d'examiner la qualité du processus d'appariement après avoir prédit les scores de propension pour les deux technologies traitées et groupes de contrôle. La figure 1 montre clairement que la distribution de densité des scores de propension (PSM) des adoptants chevauche moyennement bien celle des non adoptants, d'où le critère de support commun de la technique d'appariement des scores de propension.

En effet, les sections supérieure et inférieure du diagramme montrent la distribution des scores de propension pour les adoptants et les non-adoptants, respectivement, tandis que l'axe vertical/axe Y indique la distribution de la densité. La validité de l'utilisation de l'appariement par le score de propension (PSM) exige que les groupes traités (adoptants) et non traités (non-adoptants) aient des caractéristiques identiques ou similaires. Dans le cadre de notre analyse, nous avons réalisé un test d'équilibrage des covariables comme l'illustre le tableau 6. Au regard des résultats de ce tableau, les adoptants et les non-adoptants ont moyennement des caractéristiques similaires puisqu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre leurs covariables moyennes après l'appariement. Ainsi, en dehors de la superficie rizicole, la nationalité, le mode d'acquisition des intrants, l'accès à la terre, le groupement agricole, la formation pépinière, l'origine et la production rizicole, le groupe traité et le groupe de contrôle sont comparables sous réserve des caractéristiques observées, car les deux groupes sont similaires.

Figure 1 : Distribution des scores de propension et support commun



Source : Auteur à partir des données d'enquête CIRES 2017

Afin de caractériser davantage la qualité de la technique d'appariement, la moyenne, le test standard a été utilisé comme suggéré par Rosenbaum et al. (1983). Conformément aux résultats du tableau 7, la différence moyenne standardisée des covariables a été réduite de 45,9 % avant à 28,5 % après l'appariement. Cela donne une réduction totale du biais d'environ 60% Callendo et al. (2008). Par conséquent, nous pouvons conclure que la technique d'appariement par les scores de propension (PSM) utilisée est appropriée et peut valablement être utilisée pour évaluer l'impact de la technologie du RLD sur le bien-être des agriculteurs puisque la réduction totale du biais est élevée (60,00), le pseudo R^2 est faible (0,387) même si la valeur p du LR après appariement est significative (valeur $P = 0,028$) au seuil de 5%. La Figure 2 illustre aussi la précédente analyse.

Tableau 6 : Test d'égalité des moyennes de chaque variable avant et après l'appariement.

Variable	Unmatched Sample			Matched Sample			% Bias reduction
	Adoptants	Non-adoptants	Diff. P-value	Adoptants	Non-adoptants	Diff. P-value	
Sexe du chef de ménage	0.880	0.877	0.975	0.880	0.920	0.646	-1793.7
Age du chef de ménage	46.04	46.069	0.992	46.04	40.4	0.071*	-19144.6
Taille du ménage	6.4	5.7987	0.335	6.4	6.04	0.662	40.1
Superficie rizicole	1.014	0.521	0.008***	1.014	0.781	0.535	52.8
Alphabétisation	0.48	0.448	0.764	0.48	0.6	0.405	-285.2
Nationalité (1= Nationaux ; 0= non nationaux)	0.96	0.732	0.012**	0.96	1.00	0.322	82.4
Mode d'acquisition intrants (1=crédit ; 0= autre)	0.48	0.108	0.000***	0.48	0.52	0.783	89.2
Accès à la terre	0.32	0.099	0.001***	0.32	0.24	0.538	63.8
Groupement	0.80	0.221	0.000***	0.80	0.840	0.720	93.1
Statut matrimonial (1=marié / couple ; 0=non marié)	0.72	0.818	0.228	0.72	0.88	0.164	-62.5
Formation pépinière	0.68	0.112	0.000***	0.68	0.76	0.538	85.9
Origine	0.92	0.729	0.036*	0.92	1.00	0.155	58.0
Age ²	2287.7	2310.1	0.938	2287.7	1687.8	0.077*	-2583.7
Production rizicole	2045.1	800.02	0.007**	2045.1	855.4	0.097*	4.4
Statut de pauvreté	0.52	0.415	0.313	0.52	0.32	0.158	-92.0
Riziculteur	0.40	0.316	0.394	0.40	0.8	0.003***	-381.0

***, ** et * représentent 1 %, 5 % et 10% respectivement.

Tableau 7 : Indicateurs globaux de qualité de l'appariement avant et après l'appariement

Sample	Pseudo R^2	LR χ^2	$P > \chi^2$	Mean bias	Total % bias reduction
Unmatched	0.474	83.75	0.009	45.9	
Matched	0.387	25.69	0.028	28.5	60.00

Tableau 8 : Impact du RLD sur le bien-être des agriculteurs

Variable	Coefficient	Std.Err.	z	P>z
----------	-------------	----------	---	-----

Dépenses de consommation / habitant	<i>ATET</i>	33548.57	104290.8	0.32	0.748
	<i>ATE</i>	162203	145703.2	1.11	0.266
Revenu rizicole / habitant	<i>ATET</i>	45196.51	22079.94	2.05	0.041**
	<i>ATE</i>	12647.47	9240.708	1.37	0.101*

***, ** et * représentent des niveaux de signification de 1 %, 5 % et 10 %.

Le tableau 8 indique les résultats des effets moyens de l'adoption du RLD sur les variables de bien-être des membres de ménage. Ainsi, comme souligné ci-dessus, deux variables de bien-être ont été retenues : les dépenses de consommation annuelle par habitant en bien non durable et le revenu rizicole par habitant.

Les résultats de l'étude révèlent que la technologie du RLD a eu un impact positif et significatif sur le revenu par habitant dans l'ensemble de la population, estimé à 12 650 Fcfa, l'ATET sur la sous-population des adoptants étant de 45 200 Fcfa. Cela implique que chaque membre de ménage des agriculteurs enregistre en moyenne une augmentation de revenu de 12 650 Fcfa, contre 45 200 Fcfa pour les agriculteurs adoptants. Cela pourrait être interprété comme le changement de productivité du riz qui est attribué à un changement de statut des technologies agricoles améliorées. Ces résultats sont conformes à ceux de Dongsop-Nguezet et al. (2010), qui ont également examiné l'impact de l'adoption des NERICA sur le bien-être des agriculteurs au Nigeria. Les résultats de leur étude montrent que l'adoption de variétés de NERICA a eu un impact positif et significatif sur le revenu et le bien-être des ménages agricoles, mesuré par les dépenses par habitant et la réduction de la pauvreté dans les zones rurales du Nigeria.

Il en est de même pour les travaux de Davis et al. 2009, qui soulignent que la décision d'adoption de technologies agricoles améliorées a eu un impact positif et significatif sur le revenu des agriculteurs et leur bien-être. L'étude de Langyintuo et Mungoma (2008) a constaté une relation positive dans le cas de l'adoption de variétés de maïs améliorées et l'étude de Noltze, Schwarze et Qaim (2012) a constaté une relation positive dans le cas de l'adoption de SRI. Toutefois, les études de Mathenge, Smale et Tschirley (2015) et de Manda et al. (2015) ont constaté une relation négative entre les deux.

Les résultats empiriques de l'impact de l'adoption du RLD sur les dépenses totales de consommation par habitant sont également présentés dans le tableau 7. Ils montrent que l'adoption du RLD a eu un impact positif mais non significatif sur les dépenses totales de consommation par habitant. Plus précisément, l'estimation de l'ATE a montré que l'adoption de technologies améliorées a augmenté de manière positive mais non significative les dépenses totales de consommation par habitant de 162 200 Fcfa. Cela représente le changement moyen dans leurs dépenses totales de consommation par habitant provoqué par l'adoption de technologie améliorée dans la production du riz. En outre, le résultat a également montré que l'effet moyen sur la sous-population des adoptants était de 33 550 Fcfa.

Ces résultats sont partiellement conformes à ceux de Amare et al. (2012), qui ont examiné les déterminants des décisions des agriculteurs d'adopter des pois et maïs et estimé l'impact causal de l'adoption de technologies sur le bien-être des ménages en utilisant des données obtenues à partir d'un échantillon transversal aléatoire de 613 petits agriculteurs de Tanzanie. Ils concluent que l'adoption de technologies nouvelles a un impact positif et significatif sur les revenus et les dépenses de consommation des ménages de l'échantillon.

V. Conclusions et recommandations

L'étude visait à déterminer l'impact de la technologie agricole du RLD sur le bien-être des agriculteurs dans le département de M'Bahiakro en Côte d'Ivoire. L'étude a utilisé la technique de l'appariement par score de propension (PSM). L'estimation probit du PSM a été utilisée pour identifier les déterminants de l'adoption de la technologie du RLD. Les résultats ont montré que les facteurs spécifiques aux agriculteurs qui déterminent l'adoption de la technologie du RLD comprennent l'appartenance à un groupement agricole, l'accès à la terre, la formation pépinière, la nationalité, le statut matrimonial et le mode d'acquisition des intrants.

Les résultats ont en outre montré que les agriculteurs qui adoptent la technologie du RLD sur leurs exploitations rizicoles ont eu un effet positif et significatif (au seuil de 5%) sur le revenu rizicole par habitant et positif mais non significatif sur les dépenses totales de consommation par habitant. L'impact positif de la technologie du RLD sur les indicateurs de bien-être suggère que la stimulation de la croissance dans le secteur rizicole dépend essentiellement de l'application de technologies améliorées telles que le RLD, qui est également une technique de semis efficace. Le riz étant l'un des principaux aliments de base en Côte d'Ivoire et de toute l'Afrique Occidentale, a une incidence importante sur la sécurité alimentaire, le statut nutritionnel des membres du ménage et globalement sur leur statut de bien-être. Il s'avère de fait indispensable de créer un environnement agricole favorable à l'adoption de technologies améliorées par les agriculteurs afin d'en percevoir les effets bénéfiques sur le bien-être des agriculteurs.

L'étude conclut donc que la technique du RLD pourrait être un outil de vulgarisation d'une hausse de la productivité rizicole, de garantie de la sécurité alimentaire nationale et de résilience alimentaire et nutritionnelle pour les populations ivoiriennes. Cet instrument pourrait vraisemblablement servir de levier pour garantir à la Côte d'Ivoire la réduction significative de la pauvreté en milieu rural et l'atteinte des objectifs spécifiques de développement durable sur la pauvreté et la faim zéro. En d'autres termes, une meilleure adoption des technologies agricoles peut conduire à l'augmentation tant souhaitée de la productivité rizicole, assurer la sécurité alimentaire du pays et des ménages et peut également permettre d'échapper à la trappe de pauvreté en Côte d'Ivoire.

Sur la base des résultats ci-dessus, l'étude recommande que, puisque l'accès à la terre est notamment une condition nécessaire à l'adoption de technologies rizicoles améliorées, les efforts devraient donc être orientés vers la mise à disposition de superficies aménagées adéquates aux agriculteurs riziculteurs afin d'encourager leur adoption. Aussi vu que l'adoption du RLD a conduit à une augmentation de la productivité du riz dans le département de M'Bahiakro en Côte d'Ivoire, l'un des moyens d'atteindre l'objectif d'autosuffisance du pays en matière de production rizicole est l'adoption de technologies améliorées, d'où l'intensification des efforts nécessaires tels que la sensibilisation aux avantages potentiels inhérents à l'adoption de la technique du RLD, l'augmentation des offres de formations pépinières pour les agriculteurs et l'amélioration des dispositions d'accès aux intrants. Il en est de même pour la vulgarisation de l'appartenance aux groupements agricoles sur laquelle les autorités publiques en Côte d'Ivoire devront davantage mettre l'accent car cela permet aux riziculteurs d'avoir facilement accès à la technologie à moindre coût, de partager l'information agricole entre membres, d'attirer l'attention des structures d'aide financière et bénéficier d'innovations sous forme de dons ou de prêts. Vu que les variables sociodémographiques telles que le statut matrimonial et la nationalité des agriculteurs affectent significativement la décision d'adoption du RLD, il est par ailleurs recommandé de tenir compte de ces facteurs dans l'implémentation d'interventions agricoles destinées à améliorer la productivité rizicole et le bien-être globale des riziculteurs en Côte d'Ivoire.

Subséquentement, les orientations politiques axées sur la croissance et le développement agricoles devrait inclure la vulgarisation à échelle des technologies améliorées agricoles dans les procédés de production agricoles. L'étude propose que l'élaboration des politiques et stratégies de développement et de promotion de la riziculture en Côte d'Ivoire intègre pleinement la promotion et l'adoption de la technique du RLD comme technique de semis, étant entendu que les effets empiriques sur le bien-être des agriculteurs en générale ont été prouvé.

Reference

- [1]. Abdulai A N. (2016). « Impact of conservation agriculture technology on household welfare in Zambia ».
- [2]. Abedullah S K, Mushtaq K. (2007). « Analysis of technical efficiency of rice production in Punjab (Pakistan) ». *Pak Econ Soc Rev*, 45(2):231–244.
- [3]. Abubakar H N, Kolo I N, Yabagi A A, Garba Y. (2016). « Adoption of production technologies by lowland rice farmers in Lavun local government areas of Niger state, Nigeria ».
- [4]. Adedoyin A O, Shamsudin M N, Radam A, AbdLatif I. (2016). « Effect of improved high yielding rice variety on farmers' productivity in Mada, Malaysia ». *Int J Agric Sic Vet Med*, 4: 39–52.
- [5]. Adekambi, S. A., Diagne, A., Simtowe, F. P., and G. Biauou (2009). « The Impact of Agricultural Technology Adoption on Poverty : The Case of NERICA Rice Varieties in Benin ». In *International Association of Agricultural Economists' 2009 Conference*, Beijing, China, August 16 (Vol. 22, p. 2009).
- [6]. Adesina A A, Baidu-Forson J. (1995). « Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: Evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa ». *AgricEcon*, 13: 1–9.
- [7]. Afolami C A, Obayelu A E, Vaughan I I. (2015). « Welfare impact of adoption of improved cassava varieties by rural households in south western Nigeria ».
- [8]. Agyeman, B. Arcibald, S.A. Brimpong, E.E. Onumah, (2014). « Determinants of income diversification in the western region of Ghana ». *Q. J. Int. Agric.* 53 (1) 55–72
- [9]. Akinbode, S. O. (2013). « Access to credit: Implication for sustainable rice production in Nigeria ». *Journal of Sustainable Development in Africa*, 15(1), 13-30.
- [10]. Aldosari F, Al Shunaifi M S, Ullah M A, Muddassir M, Noor M A. (2017). « Farmers' perceptions regarding the use of information and communication technology (ICT) in Khyber Pakhtunkhwa-Northern Pakistan ».
- [11]. Ali A, Erenstein O, Rahut D B. (2014). « Impact of direct rice-sowing technology on rice producers' earnings: Empirical evidence from Pakistan ». *Dev Stud Res*, 1: 244–254.
- [12]. Ali A, Khan M A. (2013). « Livestock ownership in ensuring rural household food security in Pakistan ». *J Anim Plant Sci*, 23(1):313–318.
- [13]. Amare, M., Asfaw, S., et Shiferaw, B. (2012). « Welfare impacts of maize-pigeonpea intensification in Tanzania ». *Agricultural Economics*, 43, 27-43.
- [14]. Asfaw S, Shiferaw B, Simtowe F, Lipper L (2012). « Impact of modern agricultural technologies on smallholder welfare: evidence from Tanzania and Ethiopia ». *Food Policy*.
- [15]. Asmelash Y. (2012). « Farmers' evaluation of upland rice varieties in Fogera district, South Gondar, Ethiopia ». *Asian J Agric Rural Dev*, 2: 604.
- [16]. Awotide B, Karimov A, Diagne A, Nakelse T. (2013). « The impact of seed vouchers on poverty reduction among smallholder rice farmers in Nigeria ». *AgricEcon* 44(2013):647–658
- [17]. Awotide B, Karimov A, Diagne A., (2016). « Agricultural technology adoption, commercialization and smallholder rice farmers' welfare in rural Nigeria ». *Agricultural and Food Economics* 4(3):1-24

- [18]. Awotide BA, Abdoulaye T, Alene A, Manyong VM. (2014). « Assessing the extent and determinant of adoption of improved cassava varieties in south-western Nigeria ». *J Dev Agric Econ* 6(9):376–385
- [19]. Awotide BA, Awoyemi TT, Diagne A, Ojehomon VT. (2011). « Impact of access to subsidised certified improved rice seed on income: Evidence from Rice Farming Households in Nigeria ». *OIDA Int J Sustain Dev*
- [20]. Awotide BA, Diagne A, Wiredu AN, Vivian Ebiomon O. (2012). « Wealth status and agricultural technology adoption among smallholder rice farmers in Nigeria ». *OIDA Int J Sustain Dev* 05(2):97–114
- [21]. Awotide, T. Abdoulaye, A. Alene, V.M. Manyong. (2014). « Assessing the extent and determinants of adoption of improved cassava varieties in south-western Nigeria ». *J. Dev. Agric. Econ.* 6 (9) (2014) 376–385.
- [22]. Bacha, D., Namara, R., Bogale, A., and A Tesfaye. (2011). « Impact of Small-Scale Irrigation on Household Poverty: Empirical Evidence from the Ambo District in Ethiopia ». *Irrigation and Drainage*, 60(1), 1-10.
- [23]. Becerril, J., et Abdulai, A. (2010). « The impact of improved maize varieties on poverty in Mexico: A propensity score matching approach ». *World Development*, 38(7), 1024–1035.
- [24]. Bezemer, D. and D. Headey. (2008). « Agriculture, Development, and Urban Bias ». *World Development*, 36(8), 1342-1364.
- [25]. Bruce A K K, Donkoh S A, Ayamga M. (2014). « Improved rice variety adoption and its effects on farmers, output in Ghana ».
- [26]. Buriro A, Khooharo A A, Ghulam T. (2015). « Technical efficiency office production Sindh, Pakistan: A statistical analysis ». *Sci Int*, 27(6): 6225–6230
- [27]. C. Mwansakilwa, G. Tembo, M.M. Zulu, M. Wamulume, (2017). « Village savings and loan associations and household welfare: evidence from Eastern and Western Zambia ». *African Journal of Agricultural and Resource Economics* 12. 85–97.
- [28]. Caliendo, S. Kopeinig. (2008). « Some practical guidance for the implementation of propensity score matching ». *J. Econ. Surv.* 22 (1) (2008) 31–72.
- [29]. Caswell, M., K. O. Fuglie, C. Ingram, S. Jans, and C. Kascak (2001). « Adoption of agricultural production practices: lessons learned from the US department of agriculture area studies project ». Technical report, United States Department of Agriculture, Economic Research Service.
- [30]. Chandio, A. A., Jiang, Y., Gessesse, A. T., et Dunya, R. (2017). « The nexus of agricultural credit, farm size and technical efficiency in Sindh, Pakistan: a stochastic production frontier approach ». *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.11.001>
- [31]. Chang Y, Chatterjee S, Kim J. (2014). « Household finance and food insecurity ». *J Family Econ Issues*, 35(4): 499–515.
- [32]. Chekene M, Chancellor T. (2015). « Factors affecting the adoption of improved rice varieties in Borno State, Nigeria ». *J Agric Ext*, 19(2): 21–33.
- [33]. Conley, T. G. and C. R. Udry. (2001). « Social Learning through Networks: The Adoption of New Agricultural Technologies in Ghana ». *American Journal of Agricultural Economics*.
- [34]. Dagunga, D.S. Ehiakpor, I.K. Parry, G. (2018). « Danso-Abbeam, Determinants of income diversification among maize farm households in the Garu-Tempene District ». *Reviews of Agricultural and Applied Economics*.
- [35]. Dandedjrohoun L, Diagne A, Biaou G, Cho S N, Midingoyi S K. (2012). « Determinants of diffusion and adoption of improved technology for rice parboiling in Benin ». *Rev Agric Environ Stud*, 93: 171–191
- [36]. David, C. C., et Otsuka, K. (1994). « Modern rice technology and income distribution in Asia Boulder ». Boulder, CO, USA: Lynne Rienner Publishers.
- [37]. De Janvry, A., et Sadoulet, E. (2001). « World poverty and the role of agricultural technology: Direct and indirect effects ». *Journal of Development Studies*, 38(4), 1–26.
- [38]. Diagne, A. (2006). « Diffusion and adoption of NERICA rice varieties in Cote d'Ivoire ». *The Development Economics*.
- [39]. Diagne, A. and M. Demont. (2007). « Taking a New Look at Empirical Model of Adoption: Average Treatment Effect Estimation of Adoption Rates and their Determinants ». *Agricultural Economics*, 37(2007) pp.201-210.
- [40]. Diagne, A., S. A. Adekambi, F. P. Simtowe And G. Biaou, (2009). « The Impact Of Agricultural Technology Adoption On Poverty: The Case of NERICA Rice Varieties in Benin ». Conference of the International Association of Agricultural Economists. August 16-22, 2009. Beijing, China
- [41]. Dixon, J., L. Nalley, P. Kosina, R. La Rovere, J. Hellin, and P. Aquino, (2006). « Adoption and Economic Impact of Improved Wheat Varieties in the Developing World ». *Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 144, pp. 289-502.
- [42]. Dorward, A., Kydd, J. and C. Poulton. (2005). « Institutions, Markets and Economic Development: Linking Development Policy to Theory and Praxis ». *Development and Change*, 36(1), 1–25.
- [43]. Doss, C. R. (2006). « Analyzing Technology Adoption Using Micro-Studies: Limitations, Challenges, and Opportunities for Improvement ». *Agricultural Economics*, 34(3), 207-219.
- [44]. Duflo, E. and M. Kremer (2005). « Use of Randomization in the Evaluation of Development Effectiveness ». *Evaluating Development Effectiveness*, 7, 205-231.
- [45]. Duflo, E., (2001), « Schooling and Labour Market Consequences of School Construction in Indonesia: Evidence from an Unusual Policy Experiment ». *American Economic Review* 91, 795-813.
- [46]. Duflo, E., M. Kremer, and J. Robinson. (2006). « Understanding Technology Adoption: Fertilizer in Western Kenya, Preliminary Results from Field Experiments, ».
- [47]. Eggleston, K., Sun, A. and Z. Zhan. (2014). « The Impact of Rural Pensions in China on Migration and Off-farm Employment of Adult Children and Extended Households' Living Arrangements ». Working Papers, Walter H. Shorenstein Asia-Pacific Research Center, Stanford University.
- [48]. FAO, (2010). « Aperçu du développement rizicole, Côte d'Ivoire ».
- [49]. Feder, G. and D. L. Umali. (1993). « The Adoption of Agricultural Innovations ». *A Review. Technological Forecasting and Social Change*, 43(3), 215-239.
- [50]. Frongillo E A, Olson C M, Rauschenbach B S, Kendall A. (1997). « Nutritional consequences of food insecurity in a rural New York state County ». Madison, USA: Institute for Research on Poverty, University of Wisconsin.
- [51]. Gabre-Madhin, E. Z. and S. Haggblade (2004). « Successes in African agriculture: results of an expert survey ». *World Development* 32 (5), 745–766.
- [52]. Gebrehiwot, (2015). « The impact of agricultural extension on households' welfare in Ethiopia ». *Int. J. Soc. Econ.* 42 (8) (2015) 733–748.
- [53]. Gebremedhin, B., S. M. Swinton, and Y. Tilahun (1999). « Effects of stone terraces on crop yields and farm profitability: Results of on-farm research in Tigray, northern Ethiopia ». *Journal of Soil and Water Conservation* 54 (3), 568–573.
- [54]. Ghimire R, Huang W C, Shrestha R B. (2015). « Factors affecting adoption of improved rice varieties among rural farm households in Central Nepal ». *Rice Sci*, 22(1): 35–43
- [55]. Greene WH (2000). « Econometric Analysis ». Englewood Cliffs: NJ: Prentice-Hall.

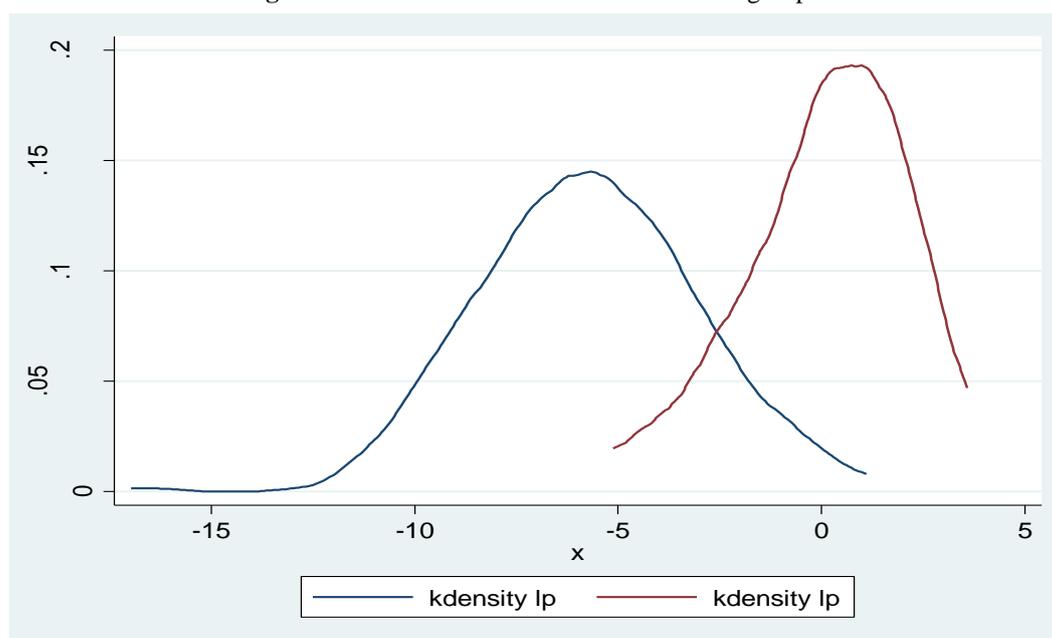
- [56]. Gubert, F., Lassourd, T. and S. Mesplé-Somps (2010). « Do Remittances Affect Poverty and Inequality? Evidence from Mali ». Analyse à Partir de Trois Scénarios Contrefactuels. *Revue Economique*, 61(6), 1023-1050.
- [57]. Gundersen C, Gruber J. (2001). « The dynamic determinants of food insufficiency ». In *Second Food Security Measurement and Research Conference: Food Assistance and Nutrition Research Report*. Washington D C, USA: United States Department of Agriculture: Economic Research Services: 11–12.
- [58]. Hailu BK, Abriha BK, Weldegiorgis KA (2014). « Adoption and Impact of Agricultural Technologies on Farm Income: Evidence from Southern Tigray ». *International Journal of Food and Agricultural Economics* 2:91-106.
- [59]. Hasnain M N, Hossain M E, Islam M K. (2015). « Technical efficiency of Bororice production in Meherpur district of Bangladesh: Stochastic frontier approach ». *Am J Agric Forest*, 3(2): 31–37.
- [60]. Heckman, J., et Navarro-Lozano, S. (2004). « Using matching, instrumental variables and control functions to estimate economic choice models ». *Review of Economics and Statistics*, 86(1), 30–57.
- [61]. Heckman, J., et Vytlačil, E. (2007). « Econometric evaluation of social programs, part 2 of Using the marginal treatment effect to organize alternative economic estimators to evaluate social programs and to forecast their effects in new environments ». In J. Heckman, et E. Leamer
- [62]. Heckman, J., Ichimura, H., Smith, J., et Todd, P. (1998). « Characterizing selection bias using experimental data ». *Econometrica*, 66(5), 1017–1098.
- [63]. Hossain, M., Bose, M. L., et Mustafi, B. A. A. (2006). « Adoption and productivity impact of modern rice varieties in Bangladesh ». *Developing Economies*, 64(2), 149–166.
- [64]. Hussain A. (2012). « Impact of credit disbursement, area under cultivation, fertilizer consumption and water availability on rice production in Pakistan (1988–2010) ».
- [65]. Imbens, G., and J. Angrist (1994). « Identification and Estimation of Local Average Treatment Effects ». *Econometrica*, Vol. 61, No. 2, 467-476.
- [66]. Imbens, G.M., and J.M. Wooldridge (2008). « Recent Development in the Econometrics of Programme Evaluation ». Working Paper 14251. <http://www.nber.org/paper/w14251>.
- [67]. J. Jalan, M. Ravallion. (2003). « Does Piped Water Reduce Diarrhea for Children in Rural India? » *Journal of Econometrics*.
- [68]. Karanja, D. D., Renkow, M., et Crawford, E. W. (2003). « Welfare effects of maize technologies in marginal and high potential regions of Kenya ». *Agricultural Economics*, 29(3), 331–341.
- [69]. Karlan, D. S., and J. Zinman (2005). « Observing Unobservable: Identifying Information Asymmetries with a Consumer Credit Field Experiment ». Economic Growth Centre, Yale University, Available at <http://ideas.repec.org/p/egc/wpaper/911.html>.
- [70]. Kassie M, Shiferaw B, Muricho G (2011). « Agricultural technology, crop income, and poverty alleviation in Uganda ». *World Dev* 39(10):1784–1795
- [71]. Khalid Bashir M, Mehmood Y. (2010). « Institutional credit and rice productivity: A case study of District Lahore, Pakistan ». *China Agric Econ Rev*, 2: 412–419.
- [72]. Kijima, Y., Otsuka, K., et Sserunkuuma, D. (2008). « Assessing the impact of NERICA on income and poverty in central and western Uganda ». *Agricultural Economics*, 38(3), 327–337.
- [73]. Kumar A, Singh R K P, Kumar A, Betne R, Singh K M. (2016). « Adoption of modern rice cultivation practices in Bihar, India: Micro-level evidences from village-level studies ». *Agric Res*, 5(4):433–439.
- [74]. Lee, W. S. (2008). « Propensity score matching and variations on the balancing test ». In *Third Conference on Policy Evaluation*, ZEW, Mannheim, Germany, October 27–28.
- [75]. Leuven, E., et Sianesi, S. B. (2003). « PSMATCH2: Stata module to perform full Mahalanobis and propensity score matching, common support graphing, and covariate imbalance testing ». *Statistical Software Components series*, No. S432001, Boston College, Department of Economics, Boston, MA, USA.
- [76]. Lipton, M. (1988). « The Place of Agricultural Research in the Development of Sub-Saharan Africa ». *World Development*, 16(10), 1231-1257.
- [77]. Loopstra R, Tarasuk V. (2013). « Severity of household food insecurity is sensitive to change in household income and employment status among low-income families ». *J Nutr*, 143: 1316–1323.
- [78]. Maertens A, Barrett CB (2013). « Measuring Social Networks' Effect on Agricultural Technology Adoption ». *American Journal of Agricultural Economics* 95(2):353-359.
- [79]. Mariano M J, Villano R, Fleming E. (2012). « Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines ». *Agric Syst*, 110: 41–53.
- [80]. Matsumoto, T., Yamano, T. and D. Sserunkuuma (2013). « Technology Adoption and Dissemination in Agriculture: Evidence from Sequential Intervention in Maize Production in Uganda ». *National Graduate Institute for Policy Studies*
- [81]. Mekonen T, Karelplein K (2014). « Productivity and Household Welfare Impact of Technology Adoption: A Micro-econometric Analysis ». *United Nations University and Maastricht University*.
- [82]. Mendola, M. (2007). « Agricultural Technology Adoption and Poverty Reduction: A Propensity Score Matching Analysis for Rural Bangladesh ». *Food Policy*, 32 (3), 372–93.
- [83]. Mengal A, Mirani Z, Magsi H. (2014). « Historical overview of agricultural extension services in Pakistan ». *Macroth Rev*, 3(8):23–36.
- [84]. Merem, E. C., Twumasi, Y., Wesley, J., Isokpehi, P., Shenge, M., Fageir, S., ... et Ochai, S. (2017). « Analyzing Rice Production Issues in the Niger State Area of Nigeria's Middle Belt ». *Food and Public Health*, 7(1), 7-22.
- [85]. Minten, B., et Barrett, C. B. (2008). « Agricultural technology, productivity, and poverty in Madagascar ». *World Development*, 36(5), 797–822.
- [86]. Mirani Z, Leske G W, Labamo A. (2002). « Farmers' Adoption of Recommended Technology for Rice in Larkana District of Sindh Province of Pakistan ». Rome, Italy: FAO.
- [87]. Mirani Z, Memon A. (2011). « Farmers' assessment of the farm advisory services of public and private agricultural extension in Hyderabad district, Sindh ». *Pak J Agric Res*, 24: 56–64.
- [88]. Mittal S, Mehar M. (2016). « Socio-economic factors affecting adoption of modern information and communication technology by farmers in India: Analysis using multivariate probit model ». *J Agric Educ Exten*, 22: 199–212.
- [89]. Moyo, S., Norton, G. W., Alwang, J., Rhinehart, I., et Demo, M. C. (2007). « Peanut research and poverty reduction: Impacts of variety improvement to control peanut viruses in Uganda ». *American Journal of Agricultural Economics*, 89(2), 448–460.
- [90]. Nguetzet, P. M., Diagne, A., Olusegun Okoruwa, V. and V. Ojehomon (2011). « Impact of Improved Rice Technology (NERICA Varieties) on Income and Poverty among Rice Farming Households in Nigeria: A Local Average Treatment Effect (LATE) Approach ». *Quarterly Journal of International Agriculture*, 50(3), 267.
- [91]. Nyangena W, Maurice O (2014). « Impact of Improved Farm Technologies on Yields, the Case of Improved Maize Varieties and Inorganic Fertilizer in Kenya ». *The environment for Development, Discussion Paper Series (EFD DP 14-02)*.

- [92]. Ogundele, O.O. and Okoruwa, V.O.(2006). « Technical Efficiency Differentials in Rice Production Technologies in Nigeria ». AERC Research Paper, 154. African Economic Research Consortium, Nairobi, Kenya.
- [93]. Ogutu S O, Okello J J, Otieno D J. (2014). « Impact of information and communication technology-based market information services on smallholder farm input use and productivity: The case of Kenya ». *World Dev*, 64: 311–321.
- [94]. Okello J J, Zhou Y, Kwikiriza N, Ogutu S O, Barker I, Schulte-Geldermann E, Atieno E, Ahmed J T. (2016). « Determinants of the use of certified seed potato among smallholder farmers: The case of potato growers in central and eastern Kenya ». *Agriculture*, 6(4):55.
- [95]. Ologbon O A C, Ikheloa E E, Akerele E O. (2012). « Adoption of 'Ofada' rice variety and technical efficiency of rice-based production systems in Ogun State, Nigeria ».
- [96]. Owusu V, Abdulai A, Abdul-Rahman S. (2011). « Non-farm work and food security among farm households in Northern Ghana ». *Food Policy*, 36(2): 108–118.
- [97]. Ribar D, Hamrick K. (2003). « An Analysis of Poverty and Food Sufficiency Dynamics ». Washington D C, USA: United States Department of Agriculture: Economic Research Services.
- [98]. Rogers EM, Shoemaker FF (1971). « Communication of innovations: A cross-culture approach ». The Free Press, Collier Macmillan Publishing Inc, NY pp. 11-28.
- [99]. Rogers, E. M. (1995). « Diffusion of innovations (4th edition) ». New York: The Free Press.
- [100]. Rogers, E. M. (2003). « Diffusion of Innovations (5th edition.) ». New York, Free Press.
- [101]. Rosenbaum, D.B. Rubin. (1983). « The central role of the propensity score in observational studies for causal effects ». *Biometrika* 70 (1983) 41–55.
- [102]. Rosenbaum, P., and D. Rubin (1983). « The Central Role of the Propensity Score ».
- [103]. Rubin, (1983). « Causal inference without counterfactuals ». *J. Am. Stat. Assoc.* 95 (450) (2000) 435–438
- [104]. Ruttan, Vernon W. and Hayami Yujiro, (1972). « Strategies for Agricultural Development ». Food Research Institute Studies, Stanford University, Food Research Institute, Issue 02.
- [105]. Shiferaw B, Kassie M, Jaleta M, Yirga C. (2014). « Adoption of improved wheat varieties and impacts on household food security in Ethiopia ». *Food Policy* 44:272-284. Elsevier Ltd.
- [106]. Shiferaw K, Tewodros AK, You L (2008). « Technology Adoption under Seed Access Constraints and the Economic Impacts of Improved Pigeonpea varieties in Tanzania ». *Agricultural Economics* 39(3):309-323.
- [107]. Singh P K, Varshney J G. (2016). « Adoption level and constraints in rice production technology ».
- [108]. Smith, P.E. Todd. (2005). « Does matching overcome LaLonde's critique of nonexperimental estimators? » *J. Econom.* 125 (1–2) (2005) 303–353
- [109]. Tafesse T, Sodo W (2016). « Adoption and Intensity of Row-Seeding (Case of Wolaita Zone) ». *Open Access Library Journal* 3(03):1.
- [110]. Tiamiyu S A, Akintola J O, Rahji M A Y. (2009). « Technology adoption and productivity difference among growers of new rice for Africa in Savanna zone of Nigeria ». *Tropicultura*, 27(4):193–197.
- [111]. World Bank (2007). « World development report 2008: Agriculture for development ». Technical report, World Bank.
- [112]. World Bank, (2012). « World Development Indicators 2012 ». World Bank Publications.
- [113]. World Bank, (2014). « World Development Indicators 2014 ». World Bank Publications.
- [114]. Zhang Y, Wang L, Duan Y Q. (2016). « Agricultural information dissemination using ICTs: A review and analysis of information dissemination models in China ». *Inform Proc Agric*, 3(1): 17–29.

Annexes

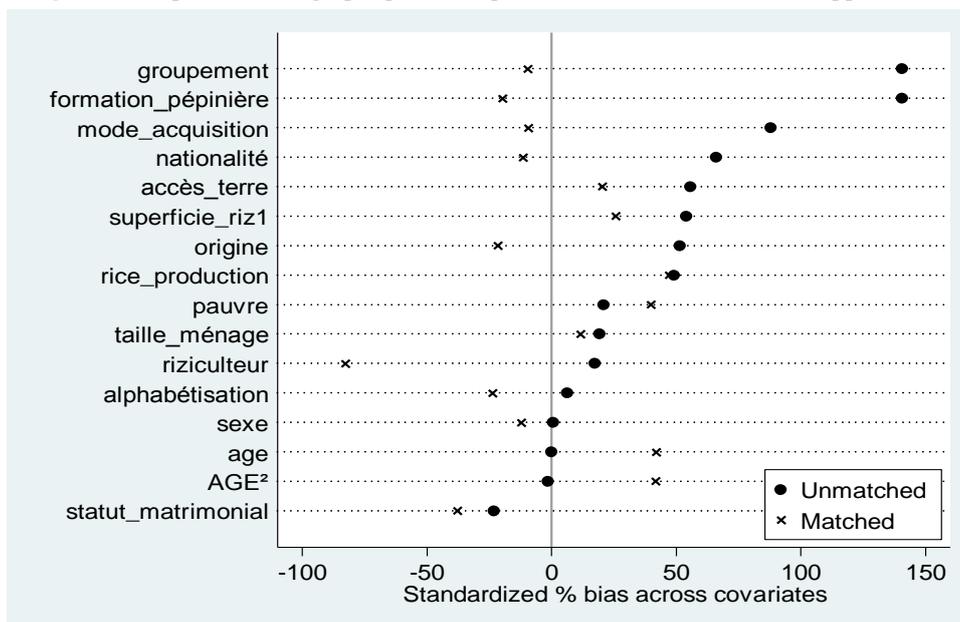
Annexe 1

Figure 1 : Distribution normale des deux sous-groupes



Annexe 2

Figure 2 : Représentation graphique de l'équilibre dans l'échantillon de l'appariement



N'Guessan Beugré Jonathan. " Adoption et Impact des technologies agricoles sur le bien-être des riziculteurs en Côte d'Ivoire." *IOSR Journal of Economics and Finance (IOSR-JEF)*, 11(3), 2020, pp. 16-35.