



HAL
open science

Is small beautiful? Irrigation in the Senegal River delta, a question of size

El Hadji Malick Sylla, Bruno Barbier, Sidy Mohamed Seck, Patrick Van
Damme, Souleymane Niang, Cheikh Ahmed Tidiane Faye

► To cite this version:

El Hadji Malick Sylla, Bruno Barbier, Sidy Mohamed Seck, Patrick Van Damme, Souleymane Niang, et al.. Is small beautiful? Irrigation in the Senegal River delta, a question of size. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement / Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 2023, 27 (2), pp.96 - 108. 10.25518/1780-4507.20362 . hal-04170263

HAL Id: hal-04170263

<https://hal.science/hal-04170263v1>

Submitted on 25 Jul 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Is small beautiful ? L'irrigation dans le delta du fleuve Sénégal, une question de taille

El Hadji Malick Sylla ⁽¹⁾, Bruno Barbier ⁽²⁾, Sidy Mohamed Seck ⁽³⁾, Patrick Van Damme ⁽⁴⁾, Souleymane Niang ⁽⁵⁾, Cheikh Ahmed Tidiane Faye ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ African Population and Health Research Center, West Africa Regional Office (Sénégal). E-mail : msylla@aphrc.org

⁽²⁾ Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad), (France).

⁽³⁾ Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal).

⁽⁴⁾ Université de Gent (Belgique) – Czech University of Life Sciences, Faculty of Tropical AgriSciences (Czech Republic).

⁽⁵⁾ Université Amadou Makhtar Mbow, Dakar (Sénégal).

⁽⁶⁾ Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal).

Reçu le 28 novembre 2022, accepté le 15 mai 2023, mis en ligne le 31 mai 2023.

Cet article est distribué suivant les termes et les conditions de la licence CC-BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>)

DOI: 10.25518/1780-4507.20362

Description du sujet. Le débat sur la relation entre la taille des exploitations agricoles et les résultats de production est ancien, mais il n'est pas encore tranché. Au Sénégal, ce débat est alimenté par le fait que les gouvernements récents tendent à favoriser des exploitations irriguées de grande taille, alors que les premiers périmètres distribués étaient de très petites parcelles.

Objectifs. Cet article contribue à identifier, dans une zone où il y a des grandes et des petites exploitations, le type d'exploitation qui produit le plus et qui a les meilleurs rendements.

Méthode. Une enquête a été réalisée auprès de 326 ménages de riziculteurs dans les communes de Diama et de Ross Béthio, sises dans le delta du fleuve Sénégal.

Résultats. Les petites exploitations obtiennent de meilleurs rendements mais leurs revenus globaux sont trop faibles. Les plus grandes exploitations rizicoles réalisent des rendements moins importants mais permettent à leurs exploitants d'obtenir des revenus suffisants pour vivre et faire fonctionner l'exploitation. Selon nos enquêtes, les coûts de production sont les principaux facteurs explicatifs des rendements parmi les riziculteurs enquêtés. Les petits producteurs ont des coûts de production relativement élevés pour maximiser leur profit là où les grands exploitants limitent les coûts de production pour obtenir des rendements qui restent acceptables pour un revenu d'exploitation décent.

Conclusions. Pour mieux lutter contre la pauvreté et atteindre l'autosuffisance en riz, les politiques agricoles devraient permettre aux petits cultivateurs de capter de nouveaux investissements et encourager les grands producteurs à investir plus dans la riziculture afin d'augmenter leurs rendements et leurs profits.

Mots-clés. Exploitation agricole, rendement, production, riz irrigué, fleuve Sénégal.

Is small beautiful? Irrigation in the Senegal River Delta, a question of size

Description of the subject. The debate on the relationship between farm size and production results is long-standing, but not yet settled. In Senegal, this debate is fueled by the fact that recent governments have tended to favor large-scale irrigated farms, whereas the first perimeters allocated were very small plots.

Objectives. This article helps to identify, in an area where there are both large and small farms, which type of farm produces the greatest level of production and has the best returns.

Method. A survey was conducted among 326 households of rice farmers in the communes of Diama and Ross Béthio, located in the Senegal River delta.

Results. Smaller farms have higher yields, but the overall income of small farms is too low. Larger rice farms achieve lower yields, but provide sufficient income for their farmers to live on and run the farm. According to our surveys, production costs are the main factor explaining yields among the rice farmers surveyed. Small-scale farmers incur relatively high production costs to maximize their profit, whereas large-scale farmers limit production costs to obtain yields that are still acceptable for a decent farm income.

Conclusions. To better fight poverty and achieve rice self-sufficiency, agricultural policies should enable small-scale farmers to capture new investments and encourage large-scale producers to invest more in rice farming to increase their yields and profits.

Keywords. Farms, yields, production, irrigated rice, Senegal River.

1. INTRODUCTION

L'agriculture doit mieux répondre aux besoins alimentaires d'une population mondiale en pleine croissance mais dans beaucoup de pays elle se heurte à des problèmes de viabilité et de reproductibilité dus à la faible taille des exploitations, au manque de moyen des producteurs, au coût des intrants, à la faible productivité du travail, aux rendements erratiques et à la volatilité des prix de vente des récoltes (FAO, 2018). Les crises alimentaires successives d'une part et les progrès techniques, d'autre part, ont poussé la Banque Mondiale et les États à promouvoir des exploitations agricoles de plus grande taille mieux capables de nourrir les villes, d'enrichir les cultivateurs et de développer les campagnes et les économies des pays en développement (Ren et al., 2019). Toutefois, la relation entre la taille de l'exploitation et la productivité agricole reste ambiguë (Abay et al., 2022). Pour beaucoup d'experts, les exploitations de petite taille seraient plus adaptées au contexte des pays pauvres (Sen, 1962 ; Ayalew & Deininger, 2015), alors que celles de grande taille répondent mieux aux besoins des pays développés (Sheng et al., 2014 ; Rada & Fuglie, 2019 ; Sheng & Chancellor, 2019).

Depuis quelques temps, les pays en développement promeuvent aussi les grandes exploitations agricoles. Par exemple, le Sénégal qui, avec une agriculture fortement dominée par des petites exploitations, tente depuis les plans d'ajustement structurels des années 1990 d'accroître la taille des exploitations agricoles. Dans la plus grande zone irriguée du pays, le delta du fleuve Sénégal, l'État a cessé d'attribuer des exploitations de 0,20 ha par actif (Seck, 1981) dans les périmètres publics tout en encourageant les producteurs à acquérir des Périmètres Irrigués Privés (PIP) de plusieurs hectares (Bélières & Touré, 1999 ; Seck, 2009 ; Sylla et al., 2023). À la suite de la crise alimentaire de 2008, l'État du Sénégal va promouvoir des projets en partenariat public-privé capables d'aménager des infrastructures structurantes (chenaux, station d'exhaure) et d'octroyer des superficies importantes à des producteurs sélectionnés (Sylla et al., 2021a). C'est le cas du Projet de Promotion du Partenariat Rizicole dans le Delta (3PRD) qui, à partir de 2017, a permis à ses bénéficiaires de cultiver des exploitations rizicoles allant de 5 ha à 50 ha. Cette politique d'agrandissement des exploitations agricoles est supportée par le Plan Sénégal Émergent (PSE), mis en place en 2013, qui la considère comme un

levier nécessaire pour augmenter la productivité et la compétitivité de l'agriculture sénégalaise (République du Sénégal, 2013).

Dans le delta du fleuve Sénégal, de récentes publications scientifiques mettent l'accent sur une agriculture à plusieurs vitesses, marquée par la cohabitation d'exploitations agricoles familiales de faibles superficies (moins de 2 ha), d'exploitations patronales qui cultivent des surfaces dépassant 10 ha (D'Aquino & Seck, 2014 ; Bourgoin et al., 2020) et des agro-industries qui exploitent des milliers d'hectares (Garambois et al., 2018 ; 2020).

Alors que les débats continuent sur les implications foncières, économiques et alimentaires induites par la multiplication des entreprises d'agrobusiness dans le Delta comme dans le reste de la vallée du fleuve Sénégal (Soullier et al., 2018 ; Ba et al., 2021 ; Diatta & Ndiaye, 2022), les populations locales nourrissent le sentiment d'accaparement des terres par ces entreprises (Soullier et al., 2018). Ces dernières, surtout les jeunes issus des familles défavorisées, éprouvent de plus en plus des problèmes pour accéder au foncier irrigué (Sylla et al., 2021b).

Selon Ndiaye (2017), dans le Delta, la taille de la superficie cultivée est un déterminant des revenus agricoles or les petits exploitants familiaux peinent à profiter des nouvelles dotations foncières de projets de Partenariat Public-Privé pour augmenter leur foncier cultivable (Sylla et al., 2023). Ce facteur pourrait expliquer pourquoi dans le Delta (Sylla, 2022) et ailleurs dans la vallée du fleuve Sénégal (Diatta & Ndiaye, 2021), les petits riziculteurs s'intéressent progressivement au maraîchage pour diversifier leur source de revenu et lutter contre la pauvreté.

Si ces auteurs dénotent une pauvreté qui affecte plus les ménages qui exploitent de petites superficies, peu de preuves ont été produites en ce qui concerne le Delta du fleuve Sénégal pour comprendre les relations qui existent entre la taille de la superficie cultivée, les rendements obtenus et les bénéfices réalisés par les producteurs. Notre article cherche à combler cette lacune en ayant comme objectif d'analyser la distribution spatiale des catégories dimensionnelles des exploitations cultivées, les rendements et les productions obtenues par les riziculteurs des communes de Diama et de Ross Béthio, situées dans le Delta du fleuve Sénégal. Il se fonde sur deux hypothèses. D'abord, les producteurs qui cultivent les petites exploitations réalisent les meilleurs rendements mais ne parviennent pas à générer des revenus économiques

suffisants. Ensuite, les exploitants qui cultivent de grandes superficies ont des rendements inférieurs mais obtiennent de meilleurs revenus d'exploitation. Autrement dit, les petits producteurs obtiennent des revenus d'exploitation trop faibles pour réinvestir et les grandes exploitations ont des rendements inférieurs à leur potentiel, alors que le pays cherche à atteindre l'autosuffisance alimentaire.

Après la présentation de la méthode de recherche, l'analyse des résultats met l'accent d'abord sur la répartition des exploitations agricoles selon leur taille dans la zone étudiée, ensuite elle évalue les rendements, les productions et les marges bénéficiaires réalisés dans les différentes catégories d'exploitation avant de terminer sur une discussion des résultats obtenus.

2. MÉTHODOLOGIE

L'étude porte exclusivement sur les communes de Diama et de Ross Béthio situées dans le delta du fleuve Sénégal (**Figure 1**). La base de sondage utilisée pour la

réalisation des enquêtes de terrain est la liste de tous les ménages de ces deux communes qui était constituée de 5784 ménages répartis dans 103 villages et hameaux. Certes, les villages sont différents par leurs détails et leurs activités socioéconomiques. En effet, tous les ménages ne pratiquent pas l'agriculture. À l'aide des entretiens réalisés avec les agents de la Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED), le Secrétaire municipal de Diama et les chefs de villages, nous avons pu circonscrire cette étude autour de 17 villages, avec 1600 ménages de cultivateurs. Ce choix s'explique par plusieurs aspects, parmi lesquels : l'activité agricole du village, l'existence de périmètres irrigués collectifs ou individuels exploités par les populations du village, le poids démographique et la position géographique par rapport à la route nationale, en considérant dans l'échantillon des villages proches, assez proches et éloignés de la route nationale, ce qui nous permet de faire l'analyse cartographique en montrant la distribution spatiale des indicateurs utilisés.

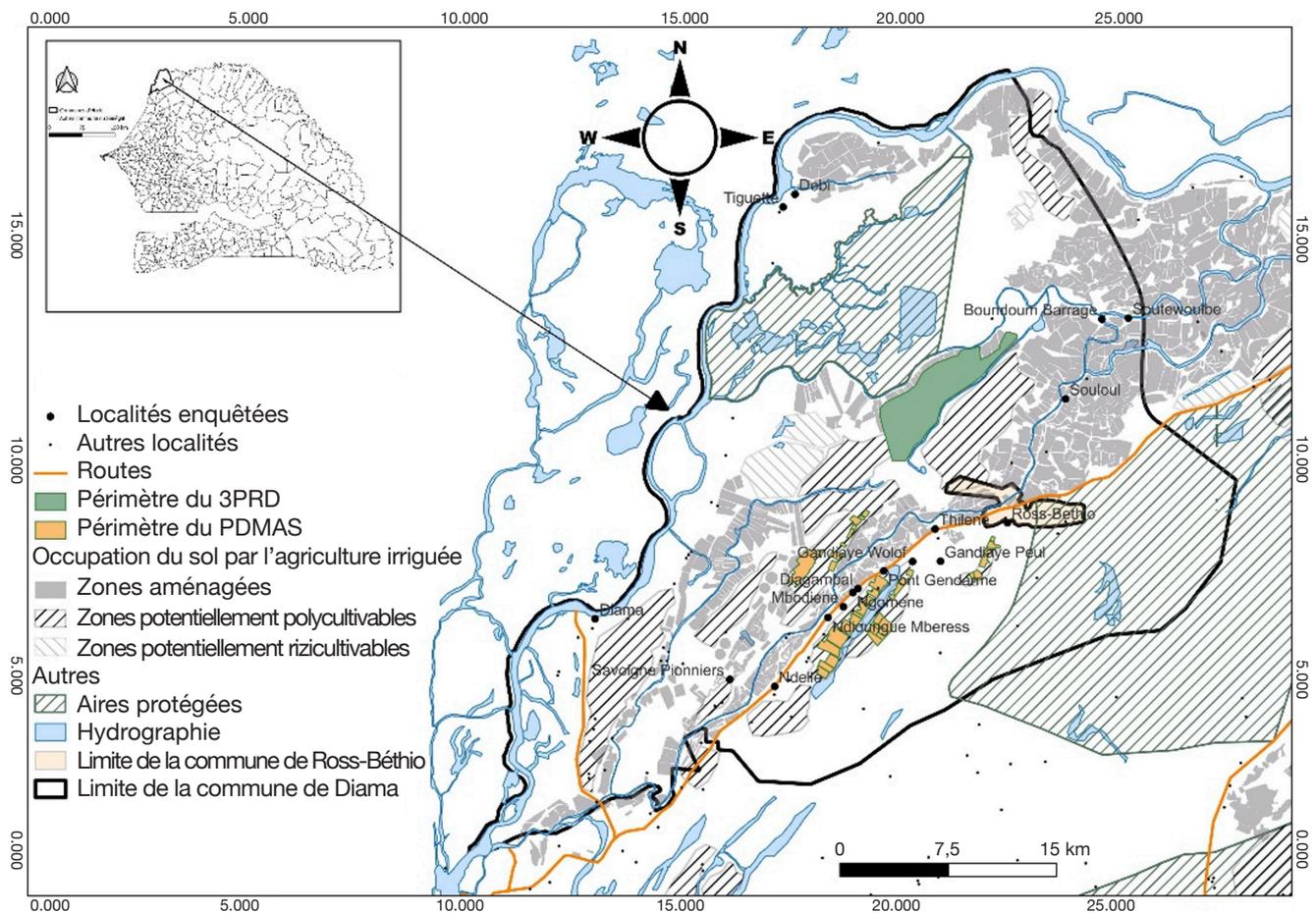


Figure 1. Répartition des villages enquêtés dans le delta du fleuve Sénégal — *Distribution of villages surveyed in the Senegal River Delta.*

Source : SAED (Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta du fleuve Sénégal), Saint-Louis.

Le taux de sondage choisi est de 20,5 %, ce qui nous a permis d'enquêter 328 ménages. Ce taux est suffisamment représentatif et pouvait être couvert par nos moyens financiers et matériels. Seuls deux questionnaires mal remplis ont été éliminés, ramenant ainsi le total de l'effectif enquêté à 326 ménages de cultivateurs. Dans chaque village, un échantillonnage aléatoire simple nous a permis de déterminer le nombre de ménages à enquêter en tenant compte du poids démographique et de l'activité agricole des ménages.

Un questionnaire nous a permis de recueillir des données quantitatives sur la taille des exploitations, les saisons de culture et les cultures dominantes, les charges de culture, les rendements, les productions obtenues et les bénéfices réalisés. Les charges de culture intègrent les travaux du sol, les intrants, les frais de récolte, le paiement de la main-d'œuvre extérieure, ainsi que les différentes cotisations et redevances versées par le producteur à la fin de la campagne. Les bénéfices sont calculés en faisant la soustraction entre les revenus obtenus dans la commercialisation du riz et les différentes charges de culture. Les enquêtes se sont déroulées entre juin et septembre 2019. Elles visaient à comprendre l'organisation de l'agriculture, des techniques de production et des systèmes de culture pendant les trois saisons de culture par an dans cette zone, à savoir l'hivernage (juillet-décembre), la contre-saison froide (octobre-février) et la contre-saison chaude (février-juin).

Les données collectées ont fait l'objet de plusieurs types d'analyse. D'abord, une analyse descriptive a permis de caractériser les exploitations agricoles enquêtées et d'expliquer les différentes catégories d'exploitations recensées selon leur taille. Ensuite, des analyses statistiques bivariées et multivariées ont été utilisées pour étudier les relations qui existent entre les variables agricoles ciblées dans le cadre de cette recherche (taille des exploitations, cout de production, rendement, production). Les données ont été traitées à l'aide du logiciel SPSS.

3. RÉSULTATS

3.1. Caractéristiques des exploitations agricoles enquêtées

L'analyse des résultats montre principalement des exploitations très différentes de par leur taille. Nous les avons regroupées en trois classes principales :

- la classe « petite exploitation » regroupe les exploitations inférieures à 5 ha ; elle concerne 73 % des exploitations recensées ;
- la classe « exploitation moyenne » concentre les exploitations supérieures à 5 ha et inférieures à 20 ha ; elle représente 20 % des exploitations recensées ;

- la classe « grande exploitation » concerne les exploitations supérieures à 20 ha, elle ne constitue que 7 % des parcelles recensées.

Quelques 84 % des producteurs partent en campagne durant la contre-saison chaude, contre seulement 21 % et 26 % respectivement pour les campagnes d'hivernage et de contre-saison froide.

Selon les saisons, plusieurs spéculations sont cultivées comme le riz, la tomate, l'oignon, le gombo, l'aubergine, la patate douce, le manioc, la pastèque, l'arachide, le piment, le chou et le concombre. Néanmoins, le riz reste de loin la culture dominante. En contre-saison chaude, le riz occupe 86 % des parcelles cultivées contre 7 % pour l'oignon. Les autres spéculations occupent des parts relativement faibles (dépassant rarement 1 % des parcelles cultivées). Le riz enregistre aussi la fréquence la plus élevée en hivernage avec 61 % des parcelles mises en valeur, suivi encore de l'oignon (10 %), du piment (7,30 %), de l'aubergine (6 %), de la pastèque (6 %) ainsi que de l'arachide, du chou et de la tomate qui totalisent chacun 2,40 %. En revanche, avec une fréquence de 46,51 % dans les parcelles, l'oignon constitue la première spéculation cultivée durant la contre-saison froide.

Pour étudier les relations entre la taille de l'exploitation et les rendements et la production de l'exploitation, nous avons mis l'accent sur les rizières de contre-saison chaude sur lesquelles portent les résultats qui suivent.

3.2. Répartition inégale des aménagements hydroagricoles (AHA) dans l'espace

Dans la zone étudiée, il y a eu quatre générations d'aménagement. La première génération (1965-1978) est constituée par deux grands aménagements (GA) collectifs dépassant chacun 2000 ha (**Figure 2**).

La deuxième génération (1979-1999) est composée par de grands aménagements publics de plus de 100 ha présents dans les villages situés sur l'axe Ndiol/Thilène. Elle intègre également les premiers Périmètres Irrigués Privé (PIP) réalisés à partir des années 1990 durant lesquelles, en faveur des politiques de libéralisation, l'État a cessé de réaliser des grands aménagements publics pour encourager les producteurs à acquérir et exploiter des périmètres privés et devenir plus autonomes. La troisième génération d'aménagement est constituée uniquement par des PIP. Mais les problèmes rencontrés par les PIP (Seck, 2009) et les conflits fonciers qu'ils causaient entre agriculteurs et éleveurs à cause notamment de l'occupation anarchique de l'espace (Bélières & Touré, 1999) vont pousser l'État et les producteurs à réfléchir et à mettre en œuvre, à partir de 2006, une quatrième génération d'aménagement en partenariat public-privé

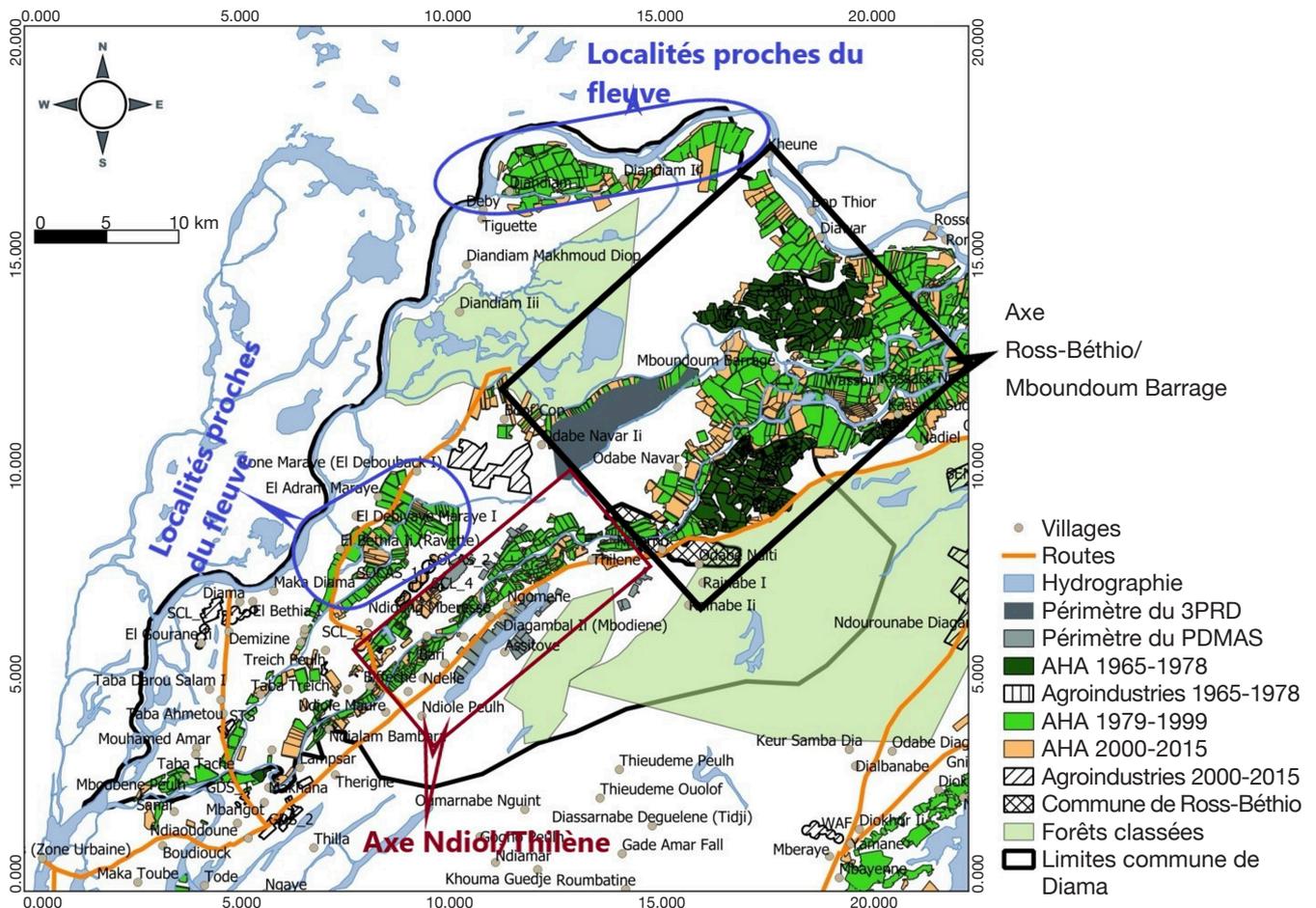


Figure 2. Répartition des aménagements hydroagricoles (AHA) dans les zones étudiées — *Distribution of hydro-agricultural facilities (AHA) in the studied areas.*

Sources : SAED (Société d’Aménagement et d’Exploitation des terres du Delta du fleuve Sénégal), Saint-Louis ; Earth explorer.

(PPP). Cette dernière génération est constituée par les périmètres du Programme de Développement des Marchés Agricole du Sénégal (PDMAS) et celui du 3PRD. Ces périmètres en PPP consistent à réaliser des infrastructures structurantes publiques (réseau d’irrigation et de drainage) en partageant les coûts de l’aménagement terminal entre l’État et les bénéficiaires choisis après une procédure de sélection rigoureuse prenant en compte, entre autres critères, les capacités de production du demandeur et son ancienneté dans l’agriculture (Sylla et al., 2023). Le PDMAS a porté sur le développement des cultures maraichères (oignon, tomate, patate douce, etc.), tandis que le 3PRD a visé la production rizicole.

La **figure 2** montre que les quatre générations d’aménagement hydroagricole se trouvent sur l’axe Ross-Béthio/Mboundoum Barrage (ou Boundoum Barrage). Ainsi, les superficies irrigables sont plus importantes dans cet axe : les cultivateurs habitant cette zone ont pu acquérir des exploitations de grande taille, contrairement à ceux résidant dans l’axe Ndiol/

Thilène qui ne sont concernés que par les deux dernières générations d’aménagement, de même que ceux proches du fleuve (Débi, Tiguette, Diama, etc.).

3.3. La production rizicole : de quoi dépend le rendement ?

Sur l’ensemble des producteurs enquêtés, le rendement moyen du riz de contre-saison chaude en 2018 est de 6056 kg·ha⁻¹, soit environ 6 t·ha⁻¹. La dispersion des rendements autour de la moyenne est relativement importante. Les quartiles montrent une grande variation des rendements. Un quart des producteurs ont un rendement inférieur ou égal à 4,8 t·ha⁻¹ et un quart a des rendements supérieurs à 7 t·ha⁻¹. Plusieurs facteurs déterminent ces différences dans les rendements. Nous avons analysé d’abord la distribution des rendements des producteurs suivant les villages qu’ils habitent et ensuite, nous avons calculé la corrélation possible entre les surfaces cultivées et les rendements (**Figure 3**).

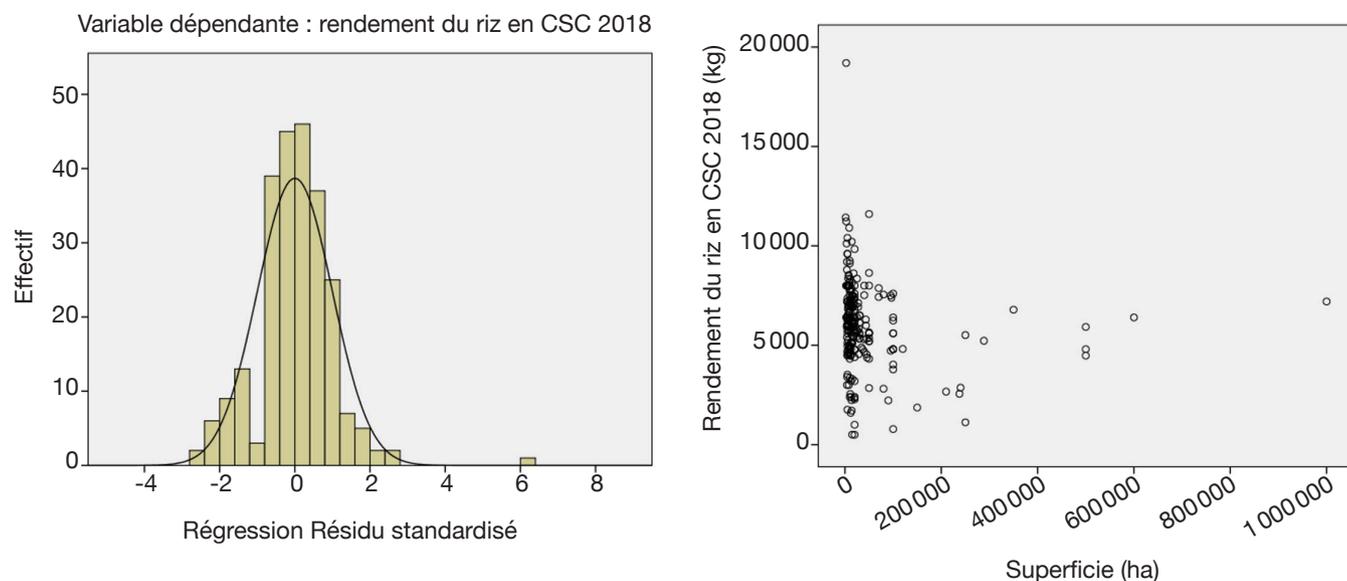


Figure 3. Relations entre la superficie cultivée et le rendement du riz en contre-saison chaude (CSC) — *Relationship between area cultivated and rice yield in the hot off-season (CSC).*

En fonction de la localité de résidence des producteurs enquêtés, les rendements moyens du riz de saison chaude varient entre un minimum de 4,5 t·ha⁻¹ pour les cultivateurs de la ville de Saint-Louis à un maximum de 8,9 t·ha⁻¹ localisé dans le village de Savoigne dominé par les petites exploitations. En outre, en dehors de Boundoum Barrage (6,6 t·ha⁻¹), les cultivateurs qui emblavent de grandes exploitations obtiennent des rendements inférieurs (moins de 5,5 t·ha⁻¹) à ceux des producteurs de l'axe Ndiol/Thilène qui cultivent de petites superficies (plus de 6 t·ha⁻¹). Le test ANOVA confirme que cette distribution spatiale des producteurs suivant les rendements qu'ils ont obtenus n'est pas due au hasard, puisque $p = 0,004$, tandis que la mesure d'association Eta carré permet d'affirmer que 15 % de la variation du rendement s'expliquerait par un facteur géographique. On peut conclure que la taille de la superficie cultivée a un impact sur le rendement obtenu. Cependant, la régression (**Figure 3**) montre qu'il est très difficile de prouver une relation linéaire entre ces deux variables.

Même si le diagramme de dispersion indique une relation inversement proportionnelle entre les deux variables, signifiant que le rendement diminue quand la surface cultivée augmente, le coefficient de détermination est très faible ($R^2 = 0,014$). En fait, il existe d'autres facteurs explicatifs des rendements du riz que les superficies emblavées. Selon OMVS (1980), plusieurs facteurs influencent les rendements et les productions rizicoles comme les précédents culturaux, les façons culturales, la maîtrise de l'irrigation des parcelles, le respect du calendrier cultural, les conditions de désherbage, la variété et la qualité de la semence, les modes de semis ou

de repiquage, les types de sol, les types, quantités et dates d'application des engrais et traitements phytosanitaires ou les temps consacrés aux travaux.

3.4. Mais les couts de productions sont plus explicatifs

La riziculture irriguée demande des moyens importants pour financer le travail du sol, l'acquisition et l'application des intrants, la récolte et le battage. Le manque de moyens peut pousser les producteurs à ne pas respecter le calendrier cultural. Le cout de production à l'hectare peut donc être un facteur explicatif des inégalités spatiales des rendements obtenus par les producteurs enquêtés. Il comprend des rubriques principales qui occupent les parts les plus importantes des dépenses effectuées par les producteurs, telles que le cout hydraulique (18 %), les fertilisants (19 %, avec l'urée et le 18-46-00), les travaux du sol (10 %), les semences (11 %), les frais de récolte et de battage (11 %) et ces rubriques sont les éléments moteurs de la production rizicole car elles représentent, avec les produits phytosanitaires (6 %), 75 % des charges de production du riz à l'hectare. Contrairement aux exploitations de petite taille où la main-d'œuvre est essentiellement familiale, au niveau des exploitations moyenne voire grande, le cout de production intègre le paiement d'un ou de plusieurs saisonniers engagés par le producteur et qui travaillent d'une manière permanente dans l'exploitation durant toute la campagne rizicole. Les couts de production présentés au **tableau 1** prennent ainsi en compte les frais liés au salariat agricole. Ils intègrent également les frais donnés aux travailleurs journaliers qui sont

Tableau 1. Cout moyen de production à l’hectare du riz de contre-saison chaude au sein des cultivateurs enquêtés — *Average cost of production per hectare of hot off-season rice among farmers surveyed.*

Statistiques descriptives		Valeur en FCFA	Valeur en Euro
Moyenne		344 550	524,40
Mode		300 000	457,24
Écart-type		158 800	242,06
Quartiles	25	240 000	365,83
	50	335 416	511,28
	75	446 868	681,16

souvent sollicités pendant les grandes opérations culturales (épandage des engrais, semis, récolte).

Les résultats globaux des enquêtes montrent que les dépenses moyennes à l’hectare effectuées par les producteurs pour le riz de contre-saison chaude sont de 344 550 FCFA¹. Ce résultat confirme celui de D’Aquino & Seck (2014) qui ont trouvé que le crédit emprunté par les agriculteurs familiaux d’entreprise pour financer leur campagne rizicole se situe entre 300 000 à 350 000 FCFA·ha⁻¹². Il existe environ 25 % de riziculteurs dont les frais de campagne dépassent la barre des 446 000 FCFA³, alors que plus de 50 % n’atteignent même pas le cout moyen de production.

¹ 524,40 €

² entre 457,24 et 532,69 €

³ 678,8 €

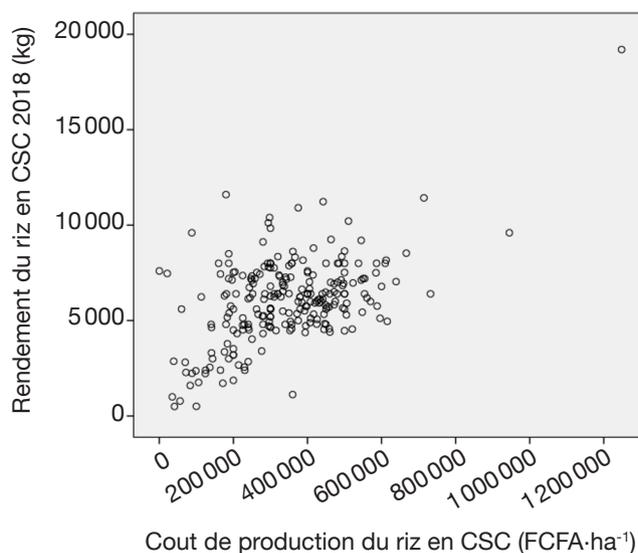
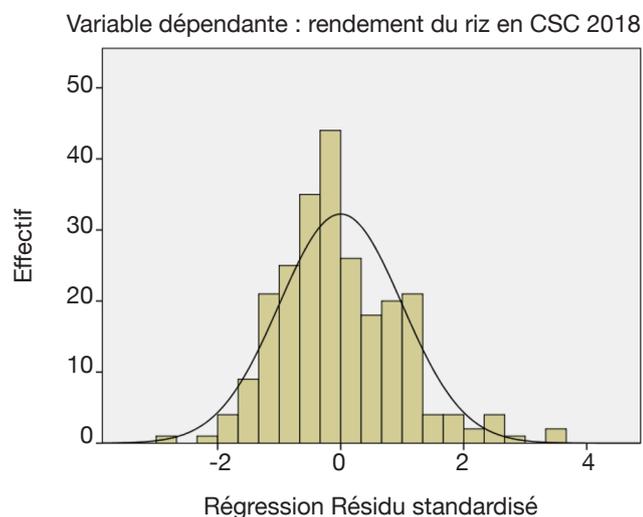


Figure 4. Relations entre le cout de production à l’hectare et le rendement du riz en contre-saison chaude (CSC) — *Relationship between cost of production per hectare and yield of rice in the hot off-season (CSC).*

657,037 FCFA = 1 €.

Cette différence pourrait en partie justifier l’inégalité des rendements obtenus par les riziculteurs. La **figure 4** montre qu’il existe une relation linéaire statistiquement significative ($p = 0,000$) et directement proportionnelle entre le cout de production à l’hectare et les rendements du riz.

Ce résultat est confirmé par un coefficient de corrélation R de Pearson de 0,51 montrant une relation positive assez forte entre ces deux variables. Par conséquent, les frais consentis par un cultivateur ont tendance à améliorer les rendements du riz. Le coefficient de détermination R² de Pearson renseigne que 26 % de la variation des rendements entre riziculteurs peut s’expliquer par les montants qu’ils investissent par unité de surface.

L’interprétation de ces deux résultats à travers l’Analyse en Composante Principale (ACP) montre que le cout de production influence positivement le rendement, mais la production totale obtenue dépend surtout de la taille de l’exploitation (**Figure 5**). En clair, l’ACP indique que les plus grandes productions sont obtenues par les cultivateurs qui ont emblavé les plus grandes superficies, alors que ce sont eux qui ont, en moyenne, les couts de production à l’hectare et les rendements les plus faibles.

La proportion plus importante des investissements rizicoles à l’hectare chez les propriétaires de petites exploitations comparée aux autres peut s’expliquer, *a priori*, par deux facteurs. Les premiers sont guidés par une contrainte relative à la taille réduite de leur superficie, ce qui les pousse à augmenter leurs investissements pour accroître leurs rendements afin d’avoir une production capable de couvrir leurs dépenses et de générer des bénéfices. En revanche, pour

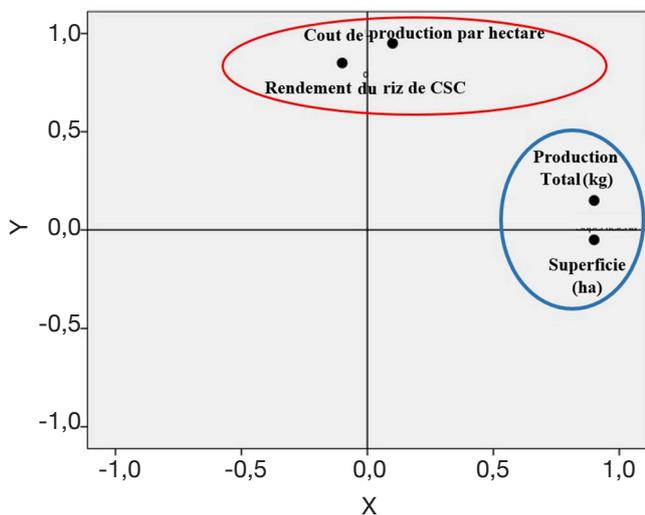


Figure 5. Plan factoriel entre les déterminants de la performance agricole à travers l'Analyse en Composante Principale (ACP) — *Factorial design between determinants of agricultural performance through Principal Component Analysis (PCA).*

CSC : contre-saison chaude — *hot off-season.*

les propriétaires d'exploitations de taille moyenne ou grande, les dépenses pour emblaver toute la superficie sont plus élevées. Si leurs ressources ne leur permettent pas de faire les investissements nécessaires, ils peuvent viser un rendement acceptable, ce qui va leur permettre non seulement de couvrir les charges de culture mais aussi d'avoir une production qui peut générer des bénéfices. Les rendements varient en fonction des conditions de production dans un aménagement donné et des moyens mobilisés par le producteur soit par lui-même, soit à travers son organisation (OMVS, 1980) et nos analyses confirment ce fait, car les localités où les producteurs exploitent généralement de petites superficies dans des aménagements publics et qui mobilisent plus de moyens financiers à l'hectare obtiennent les meilleurs rendements.

En effet, la distribution spatiale des coûts de production et des rendements du riz (**Figure 6**) montre trois situations :

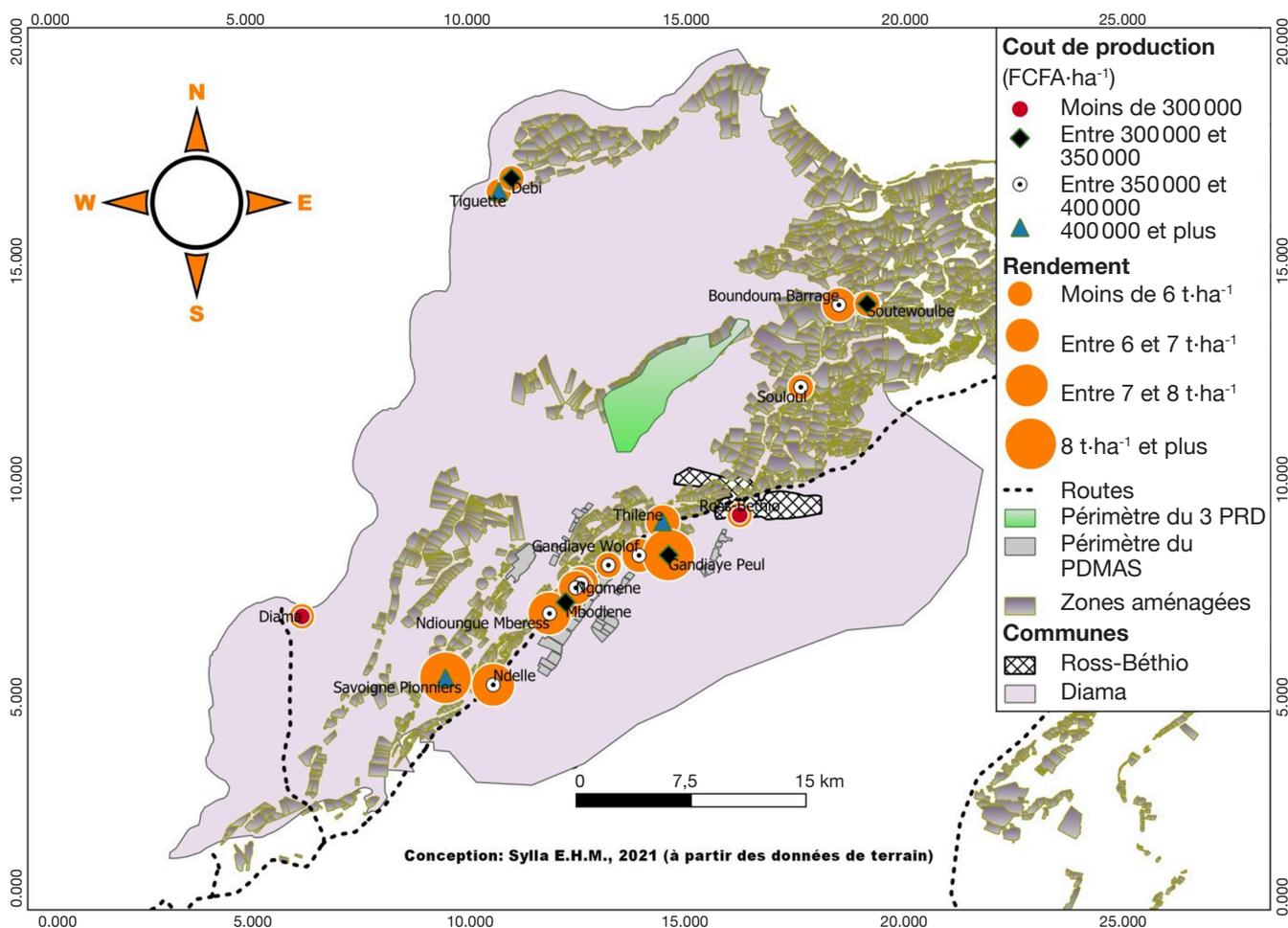


Figure 6. Espace et distribution des rendements et des coûts de production du riz — *Space and distribution of rice yields and production costs.*

Source : SAED (Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta du fleuve Sénégal), Saint-Louis; 657,037 FCFA = 1 €.

- les riziculteurs des villages de l'axe Ndiol/Thilène exploitent des petites superficies (moins de 2 ha), mais ont d'importants couts de production qui se situent entre 350 000 FCFA et 400 000 FCFA⁴. Cela rejoint les résultats de Kamara (2013) qui soutient que dans ces villages, les producteurs dépassent, en termes de charges de culture (surtout à l'achat d'engrais), les normes prescrites par la SAED afin de maximiser leurs chances d'avoir des gains. Ces villages affichent également les meilleurs rendements (plus de 6,5 t·ha⁻¹) ;
- certains cultivateurs de l'axe Ross Béthio/Mboundoum Barrage cultivent de grandes superficies (5 ha et plus) à l'intérieur du Walo, mais leurs couts de production à l'hectare sont plus faibles (moins de 300 000 FCFA·ha⁻¹)⁵. Ces localités affichent également des rendements plus faibles (moins de 6 t·ha⁻¹) ;
- d'autres villages exceptionnels où les riziculteurs emblavent de grandes superficies et supportent des couts de production élevés. C'est l'exemple de Mboundoum Barrage, situé dans l'axe Ross-Béthio/Mboundoum Barrage. Les cultivateurs de cette localité cultivent en moyenne 7,2 ha et dépensent entre 350 000 et 400 000 FCFA·ha⁻¹.⁶ Ils obtiennent ainsi de meilleurs rendements (entre 6 et 7 t·ha⁻¹). Cela confirme, en partie, les résultats de Dème (2015) qui trouve que dans le périmètre de Mboundoum, 95 % des parcelles ont un rendement supérieur à 6 t·ha⁻¹. D'ailleurs, l'autosuffisance en riz est la plus élevée parmi les ménages enquêtés dans cette localité.

Ces différentes situations confirment la relation entre les couts de production et les rendements, mais avec des exceptions. Les producteurs de Tiguette (proches du fleuve) ont les couts de production les plus élevés (461 000 FCFA·ha⁻¹). Ils exploitent en moyenne 3,8 ha, pourtant leurs rendements se situent à moins de 6 t·ha⁻¹, à cause surtout de la salinité de l'eau d'irrigation et des animaux du Parc ornithologique de Djoudj (oiseaux, phacochères) qui causent parfois d'importants dégâts dans les rizières. Plusieurs autres facteurs sont donc à considérer comme la qualité de l'irrigation, la qualité des sols, les itinéraires techniques ou encore la protection des récoltes contre les ravageurs tels que les oiseaux.

D'ailleurs, les tendances s'inversent si on s'intéresse cette fois-ci non pas aux rendements mais aux productions moyennes de riz obtenues par les cultivateurs.

⁴ entre 532,69 € et 608,79 €

⁵ 456,59 €

⁶ entre 532,69 € et 608,79 €

⁷ 701,63 €

Ainsi, à travers la **figure 7**, on constate que les riziculteurs des villages de l'axe Ndiol/Thilène cultivent des parcelles de moins de 2 ha, mais malgré des rendements importants, ils n'obtiennent en moyenne que des productions qui se trouvent dans l'intervalle de 3 et 10 t.

Par contre, les moyennes les plus élevées des productions rizicoles, qu'obtiennent les ménages à la fin de la campagne, sont enregistrées au niveau des localités de l'axe Ross-Béthio/Mboundoum Barrage parce que les superficies emblavées sont plus grandes. Ainsi les villages qui cultivent des superficies moyennes affichent des moyennes de productions dépassant 15 t et ceux qui exploitent les plus grandes superficies enregistrent les plus grandes productions, notamment Ross Béthio (49 t) et Mboundoum Barrage (46 t).

Les **figures 6 et 7** confirment les relations fournies par l'Analyse en Composante Principale et les analyses de corrélation. L'opposition est nette entre les villages de l'axe Ndiol/Thilène et ceux de l'axe Ross-Béthio/Mboundoum Barrage en termes de cout de production, de superficies cultivées, de rendements et de productions obtenus. Les premiers réalisent de bons rendements mais n'obtiennent pas une grande production à cause des faibles superficies qu'ils exploitent souvent dans un seul Grand Aménagement (GA). En revanche, les villages qui sont dans l'axe Ross-Béthio/Mboundoum Barrage ont des rendements moins élevés mais exploitent de grandes superficies, ce qui permet aux ménages de produire globalement plus que dans les villages de l'axe Ndiol/Thilène.

Les cultivateurs de Savoigne résumant la problématique des performances de la riziculture dans les zones étudiées. Ils dépensent le plus à l'hectare, obtiennent les meilleurs rendements (8,9 t·ha⁻¹) mais détiennent la moyenne de production la plus basse (3 t) à cause des faibles superficies qu'ils exploitent. La majorité dépense à peine 0,25 ha. C'est pourquoi, par exemple à Savoigne, la production rizicole sert surtout à l'autoconsommation et les ménages génèrent leurs revenus monétaires grâce au maraîchage et à l'emploi non agricole.

4. DISCUSSION

L'analyse des résultats de la riziculture dans le delta du fleuve Sénégal met en évidence deux résultats. D'une part, ceux qui ont les plus petites superficies réalisent généralement les meilleurs rendements, ce qui était déjà observable il y a 20 ans (Poussin & Boivin, 2002) pour la vallée du fleuve Sénégal. Ce résultat a été aussi observé dans d'autres zones de production. Par exemple, depuis les années 1960, Sen (1962) a montré qu'en Inde, les petits exploitants dépensent

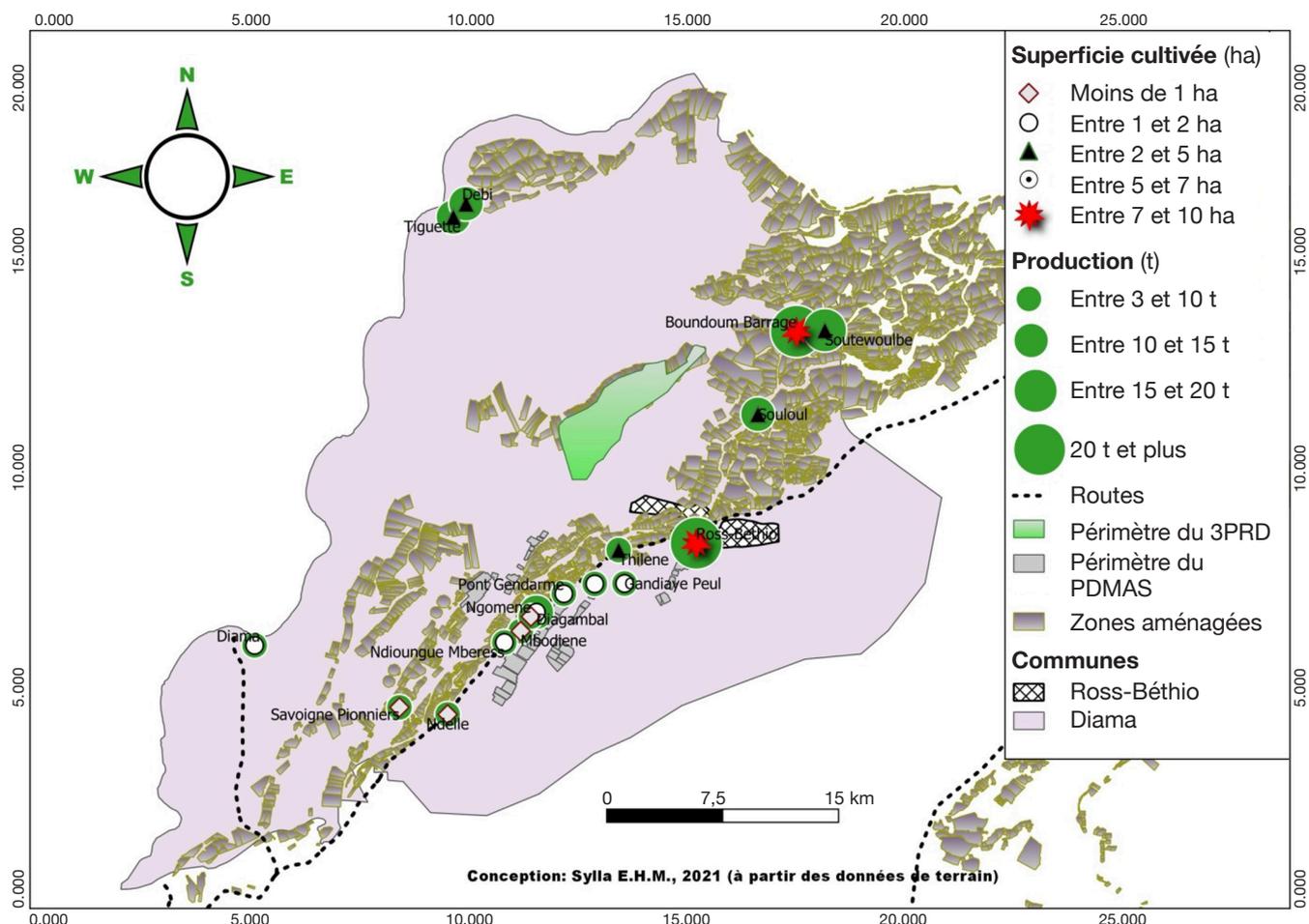


Figure 7. Distribution spatiale des superficies et des productions moyennes de riz obtenues par les producteurs — *Spatial distribution of area and average rice production obtained by producers.*

plus par unité de surface et obtiennent de meilleurs rendements, comparés aux grands exploitants. Ayalew & Deininger (2015) ont montré pour le Rwanda que la production par hectare diminue quand la superficie cultivée augmente. Plus récemment en Égypte, l'étude de Abay et al. (2022) montre que les petites parcelles et les petites exploitations appliquent plus d'intrants agricoles, principalement des engrais azotés, ce qui augmente les doses d'intrants et les rendements.

Si ces auteurs confirment la relation inverse entre la taille de l'exploitation et le rendement, il faudrait cependant signaler que nos résultats suggèrent aussi que les exploitations de petite taille ont des productions faibles. Ces dernières ne leur permettent pas de générer des revenus suffisants. Dans certains villages enquêtés où les producteurs cultivent majoritairement sur de petites exploitations, la production rizicole sert à l'autoconsommation, les ménages pratiquent du maraîchage pour avoir des revenus complémentaires. Notre analyse portant sur la caractérisation des exploitations recensées montre en effet une importante pratique du maraîchage en contre-saison froide. Ce

résultat confirme celui de Diatta & Ndiaye (2021) qui observent que dans la vallée du fleuve Sénégal, les agriculteurs familiaux pratiquent de plus en plus le maraîchage en complément des revenus rizicoles afin de mieux lutter contre la pauvreté.

Nos résultats montrent que, en ce qui concerne le delta du fleuve Sénégal, les faibles rendements peuvent s'expliquer, en partie, par l'insuffisance de l'accès aux intrants qui ne permet pas aux producteurs d'appliquer correctement les itinéraires techniques recommandés par la recherche scientifique ou l'encadrement à cause de coûts relativement élevés. D'autres auteurs soulignent des problèmes organisationnels. Selon Ngom et al. (2016), les riziculteurs de la vallée du fleuve Sénégal peuvent accroître leur production de 30 % sans inputs additionnels. Le même constat a été fait par Coulibaly et al. (2017) qui affirment qu'à l'Office du Niger au Mali, la production rizicole pourrait être augmentée de 34 % sans coûts supplémentaires par une meilleure organisation de la production.

D'autre part, nos résultats montrent que les exploitations de grande taille, mêmes si elles ont des

rendements moindres que les exploitations de petite taille, obtiennent des productions plus importantes que ces dernières, ce qui leur permet de réaliser plus de bénéfices par actif. Ils sont en phase avec ceux de Ngom et al. (2016) qui jugent que, dans la vallée du fleuve Sénégal, augmenter la taille de la parcelle serait une option plus efficace car la superficie est corrélée positivement à la production. Cette évidence était déjà évoquée par Sakurāi (2015) qui, en analysant la productivité de la riziculture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal, a conclu que contrairement à la croyance populaire, les agriculteurs qui emblavent de grandes exploitations obtiennent des bénéfices nettement plus élevés que ceux qui emblavent de petites exploitations. Ces résultats confirment également ceux de Ndiaye (2017) qui suggère que dans le delta du fleuve Sénégal, la taille de l'exploitation est un déterminant du revenu agricole en ce sens qu'une augmentation de la superficie cultivée entraîne une augmentation du revenu agricole grâce à une meilleure économie d'échelle.

En Asie, les travaux menés par Fan & Chang-Kang (2005) reconnaissent l'utilité des exploitations de petite taille dans l'atteinte de la sécurité alimentaire et de la lutte contre la pauvreté, mais estiment que les exploitations de grande taille ont des revenus plus décents. C'est pourquoi ils ont suggéré une réforme foncière qui garantit les droits de propriété des cultivateurs et qui augmente la taille des exploitations. Plus récemment, Ren et al. (2019) ont constaté, à partir d'une étude sur l'agriculture chinoise, que les exploitations de grande taille fournissent une agriculture plus durable et qu'économiquement, l'augmentation de la taille des exploitations a un impact positif sur le revenu net de l'agriculteur, ainsi que sur l'efficacité économique et technique du travail. Selon eux, les exploitations de grande taille utilisent moins d'engrais et de pesticides et ont donc moins d'impact sur l'environnement, comparées aux petites exploitations. Cela confirme notre étude qui signale que les petites exploitations réalisent les investissements les plus importants par hectare. La majorité de ces investissements concerne l'achat de pesticides et d'engrais. En Australie, les conclusions de Sheng & Chancellor (2019) soutiennent également les relations positives entre la taille des exploitations et la production céréalière obtenue. Elles aussi encouragent l'agrandissement de la taille des exploitations qui est en cours en Australie.

Ces résultats divers sur les relations entre les tailles des exploitations agricoles et la production agricole rendent difficile la recherche d'un modèle de taille d'exploitation agricole optimale pour tout le monde ou même pour une zone donnée aussi homogène soit-elle. Certains auteurs militent pour la multiplication des petites exploitations qui ont de meilleurs rendements et recrutent plus de main-d'œuvre à l'hectare. Selon Abay et al. (2022), les exploitations de petite taille sont

associées à des taux plus élevés d'utilisation de la main-d'œuvre et à des taux plus faibles de mécanisation. En outre, d'autres optent pour les exploitations de grande taille qui sont plus capables d'accorder des revenus aux cultivateurs et de leur permettre de lutter contre la pauvreté. Sous ce rapport, Rada & Fuglie (2019) ont rassemblé des études de cas menées dans des pays développés et en développement (Malawi, Tanzanie, Bangladesh, Brésil, Australie et États-Unis) sur les relations entre la taille de l'exploitation et la production agricole. Leurs résultats, après avoir relayé l'abondance des auteurs qui soutiennent que les exploitations de petite taille ont un meilleur rendement, suggèrent cependant qu'il n'y a pas de structures agraires économiquement optimales, tout dépend du contexte des conditions agro-écologiques et des politiques agricoles en place.

5. CONCLUSIONS

La riziculture irriguée dans le delta du fleuve Sénégal se caractérise par une grande complexité. Les propriétaires de petites exploitations agricoles ont des coûts de production à l'hectare plus élevés, obtiennent les rendements les plus élevés mais ne génèrent pas des revenus suffisants à cause de la taille de leur exploitation qui ne leur permet pas de produire suffisamment. *A contrario*, les propriétaires des grandes exploitations, avec des charges de culture et des rendements moins élevés, se retrouvent avec des productions capables de générer des revenus d'exploitation importants. Ces inégalités épousent une dimension géographique car nous avons vu que la majeure partie des propriétaires des grandes exploitations habitent dans les villages qui ont bénéficié de la première génération d'aménagement hydroagricole. Ils ont pu très tôt comprendre la riziculture irriguée et ont profité progressivement des possibilités qui leur sont offertes pour acquérir de nouvelles parcelles.

Pour permettre aux cultivateurs de sortir de la pauvreté et au pays d'atteindre l'autosuffisance en riz, ne faudrait-il pas aider les petits exploitants à augmenter la taille de leur exploitation tout en maintenant des rendements élevés et d'inciter les grands producteurs à investir plus par unité de surface pour augmenter leurs rendements ? Cette question, pourtant importante, ne semble pas être au cœur des débats actuels concernant l'agriculture sénégalaise. La tendance est à l'accroissement des exploitations agricoles sans pour autant qu'il y ait des mesures incitant leurs propriétaires à l'obligation de résultats à atteindre.

Ce facteur n'est pas à exclure des raisons qui expliquent les difficultés du Sénégal à atteindre l'autosuffisance en riz. Le programme national de

la Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et l'Abondance (GOANA 2008-2012) suivie du Programme de Relance et d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise (PRACAS) ont été mis en place dans le but de stimuler le secteur agricole. Ce dernier, lancé en 2014, a voulu réaliser l'autosuffisance en riz en 2017 en visant une production de 1 600 000 t de paddy et a investi d'importants moyens dans le delta du fleuve Sénégal. Mais jusqu'en 2021, la production de paddy a rarement dépassé la barre des 1 000 000 t. Le 6 juillet 2022, le gouvernement du Sénégal a mis en place la Politique Agricole pour la Souveraineté Agricole Durable (PASAD) qui remplace le PRACAS et dont le coût est estimé à 1 021 milliards de FCFA⁸. Le lancement de ces politiques agricoles très coûteuses en l'espace de 15 ans, en lieu et place d'une politique cohérente et unique traversant les mandats présidentiels et les générations, montre combien il est important de repenser l'agriculture sénégalaise.

Bibliographie

- Abay K.A. et al., 2022. Plot size and sustainable input intensification in smallholder irrigated agriculture: evidence from Egypt. *Agric. Econ.*, **53**, 792-810, doi.org/10.1111/agec.12736
- Ayalew D. & Deininger A.K., 2015. Is there a farm-size productivity relationship in African agriculture? Evidence from Rwanda. *Land Econ.*, **91**, 317-343,
- Ba A.I.S.W., Diouf A.C. & Diédhiou S.O., 2021. Agrobusiness et recompositions socio-spatiales des terroirs d'accueils : cas de la SENHUILE et de la Société de Culture Légumière dans le delta du fleuve Sénégal. *Ziglobitha Rev. Arts Linguistique Littérature Civilisations*, **2**, 79-98.
- Bélières J.-F. & Touré E.A., 1999. *Impact de l'ajustement structurel sur l'agriculture irriguée du delta du Sénégal*. Thèse de doctorat : École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier (France).
- Bourgoin J. et al., 2020. Regard sur le modèle agricole sénégalais : pratiques foncières et particularités territoriales des moyennes et grandes exploitations agricoles. *Cah. Agric.*, **29**, 18, doi.org/10.1051/cagri/2020018
- Coulibaly A., Savadogo K. & Diakité L., 2017. Les déterminants de l'efficacité technique des riziculteurs de l'office du Niger au Mali. *J. Agric. Environ. Sci.*, **6**(2), 88-97, doi.org/10.15640/jaes.v6n2a9
- D'Aquino P. & Seck S.M., 2014. *Étude exploratoire d'identification et de caractérisation des agricultures familiales d'entreprise dans le delta du fleuve Sénégal*. Paris : CIRAD, AFD.
- Dème A., 2015. *La riziculture irriguée dans le Delta du Sénégal : fonctionnement, rentabilité et diversité*. Mémoire de fin d'étude : Montpellier SupAgro (France).
- Diatta J.-N. E. & Ndiaye T.M.N., 2021. Diversification des cultures dans la vallée du fleuve Sénégal : impacts actuels sur l'autonomisation financière des petits producteurs de riz. *Afr. Sci.*, **18**(4), 69-78.
- Diatta J.N.E. & Ndiaye T.M.N., 2022. L'agrobusiness dans la vallée du fleuve Sénégal ou quand le système d'innovation impulse une trajectoire de transformation et de modernisation de l'agriculture. *Eur. Sci. J.*, **18**(35), 50, doi.org/10.19044/esj.2022.v18n35p50
- Fan S. & Chan-Kang C., 2005. Is small beautiful? Farm size, productivity, and poverty in Asian agriculture. *Agric. Econ.*, **32**(1), 135-146, doi.org/10.1111/j.0169-5150.2004.00019.x
- FAO, 2018. *Nourrir le monde, prendre soin de la Terre. FAO et FEM : partenaires dans l'action*. Rome : FAO.
- Garambois N., El Ouaamari S., Fert M. & Radzik L., 2018. Politique hydro-agricole et résilience de l'agriculture familiale : le cas du delta du fleuve Sénégal. *Rev. Int. Études Développement*, **236**, 109-135, doi.org/10.3917/ried.236.0109
- Garambois N. et al., 2020. Sécheresse, grande hydraulique et modèles de développement : delta du fleuve Sénégal. In : Cochet H., Ducourtieux O. & Garambois N. (dir.). *Systèmes agraires et changement climatique au Sud. Les chemins de l'adaptation*. Versailles, France : Éditions Quæ, 147-179.
- Kamara S., 2013. *Développements hydrauliques et gestion d'un hydrosystème largement anthropisé. Le delta du fleuve Sénégal*. Thèse de doctorat : Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse (France) et Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal).
- Ngom C.A.B., Sarr F. et Fall A.A., 2016. Mesure de l'efficacité technique des riziculteurs du bassin du fleuve Sénégal. *Écon. Rur.*, **355**, 91-105, doi.org/10.4000/economierurale.5021
- Ndiaye M., 2017. Déterminants du revenu agricole des ménages au delta du fleuve Sénégal. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, **30**, 281-290, https://revist.net/REVIST_30/REVIST_30_17.pdf, (23/05/2023).
- OMVS (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal), 1980. *Étude socio-économique du bassin du fleuve Sénégal, partie C, l'introduction de la culture irriguée*. Dakar : OMVS, 220 et annexe.
- Poussin J.-C. & Boivin P., 2002. Performances des systèmes rizicoles irrigués sahéliens. *Cah. Agric.*, **11**(1), 65-73.
- Rada E.N. & Fuglie K.O., 2019. New perspectives on farm size and productivity. *Food Policy*, **84**, 147-152, doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.03.015
- Ren C. et al., 2019. The impact of farm size on agricultural sustainability. *J. Cleaner Prod.*, **220**, 357-367, doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.151
- République du Sénégal, 2013. *Plan Sénégal Émergent*. Dakar : Présidence de la République du Sénégal.

⁸ 1 556 164,36 €

- Sakurai T., 2015. *On the determinants of high productivity rice farming in irrigated areas in Senegal: the efficiency of large compared with small-scale irrigation schemes*. Working paper. Tokyo: JICA Research Institute.
- Seck S.M., 1981. *Irrigation et aménagement de l'espace dans la moyenne vallée du Sénégal : participation paysanne et problème de développement*. Thèse de doctorat : Université de Saint-Étienne (France).
- Seck S.M., 2009. Changements institutionnels et difficultés de développement hydroagricole dans le delta du fleuve Sénégal : nouvelles dynamiques et recomposition autour de l'irrigation. In : Dansero E., Luzzati E. & Seck S.M. (dir.). *Organisations paysannes et développement local : leçons à partir du cas du delta du fleuve Sénégal*. Turin, Italie : L'Harmattan Italia, 21-52.
- Sen A.K., 1962. An aspect of Indian Agriculture. *Econ. Weekly*, **Annual Number**, 243-266.
- Sheng Y., Zhao S., Nossal K. & Zhang D., 2014. Productivity and farm size in Australian agriculture: re-investigating the returns to scale. *Austr. J. Agric. Resour. Econ.*, **59**, 16-38, doi.org/10.1111/1467-8489.12063
- Sheng Y. & Chancellor W., 2019. Exploring the relationship between farm size and productivity: evidence from the Australian grains industry. *Food Policy*, **84**, 196-204, doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.03.012
- Soullier G., Moustier P., Bourgoin J. & Ba A., 2018. Les effets des investissements d'agrobusiness sur les agriculteurs familiaux. Le cas de la vallée du fleuve Sénégal. *Écon. Rurale*, **366**, 61-79, doi.org/10.4000/economierurale
- Sylla E.H.M., Sy K. & Seck S.M., 2021a. Accès à la terre et profil de la pauvreté dans le delta du fleuve Sénégal. *Eur. Sci. J.*, **17**(1), 360-376, doi.org/10.19044/esj.2021.v17n3p360
- Sylla E.H.M. et al., 2021b. La place des jeunes africains sur les périmètres irrigués dans un contexte de libéralisation et de partenariat public privé : le cas des jeunes agriculteurs du delta du fleuve Sénégal. *Rev. Jeunes Soc.*, **6**(1), 80-103, doi.org/10.7202/1087100ar
- Sylla E.H.M., 2022. *Aménagement de l'espace et évolution de la pauvreté dans le delta du fleuve Sénégal après la crise alimentaire de 2008*. Thèse de doctorat : Université Gaston Berger de Saint-Louis.
- Sylla E.H.M. et al., 2023. Le partenariat public-privé appliqué aux investissements dans la grande irrigation en Afrique : le projet de promotion du partenariat rizicole dans le Delta du fleuve Sénégal. *Cah. Agric.*, **32**, 9, doi.org/10.1051/cagri/2023002

(33 ref.)