

# UNIVERSITÉ ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



UFR : Sciences Économiques et Sociales

Filière : Économie – Gestion

Mention : Économie

Master : Finance et Développement

Spécialité : Évaluation d'impact des politiques de développement

Mémoire de Master

## **Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal : Méthode de Heckman en deux étapes**

Présenté par :

Mouhamadou Moustapha NDIAYE

Encadrant :

Dr Blaise Waly BASSE

Sous la supervision du :

Pr Abdou Aziz NIANG

Présenté et soutenu publiquement le 28 juillet 2023 à L'Université Assane SECK de Ziguinchor

Membres du jury

Pr Abdou Aziz NIANG	Maitre de conférences agrégé	UASZ	Président
Dr Souleymane MBAYE	Maitre-Assistant	UASZ	Examineur
Dr Thierno Ndao GUEYE	Assistant	UASZ	Examineur
Dr Blaise Waly BASSE	Maitre- Assistant	UASZ	Encadrant

Année Universitaire : 2021-2022

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

## DÉDICACE :

*À celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation et de ses  
dévouements*

*À ma chère mère, Gnagna DIAGNE*

*À celui qui s'est dévoué jour et nuit pour nous assurer les bonnes conditions*

*À mon cher père, Abdoukarim NDIAYE*

*À mes frères et sœurs*

*Je dédie ce modeste travail*

## REMERCIEMENTS

Louange à ALLAH le tout-puissant et le très miséricordieux pour la santé, la force et la patience qu'il m'a accordé afin que je réalise ce modeste travail.

Nous remercions très chaleureusement le Docteur Blaise Waly BASSE pour sa disponibilité, ses conseils qui nous ont permis de réaliser ce travail.

Nos remerciements vont également à l'endroit de tous nos professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences, leurs savoir-faire, leurs vigueurs et leurs rigueurs nous ont permis de poursuivre nos études.

Nous remercions aussi le Docteur David DIONE, le Docteur Samba SANE, le Docteur Moustapha SANE pour leurs disponibilités, leur soutien depuis la licence une et Adja Mariata Rella TALL dite Madame GUEYE pour ses orientations.

Nos remerciements vont à l'endroit de la famille SARR depuis ALWAR pour leur accueil à Ziguinchor plus précisément à Tonton Ahméline SARR et à sa fille Anta SARR dite Madame BA.

Nous adressons nos sincères remerciements à nos chers amis : Abdou Lahad FALL, Ibrahima MBODJ, Mouhamed DIALLO, Amadou DIOP, Suzane DIEYE, Fatimatou Bintou BA.

Nous remercions nos amis du master finance et développement et plus particulièrement la spécialité évaluation d'impact des politiques de développement (Ibrahima SYLLA, Samba NDIAYE, Amadou Sall MBAYE...)

Nos remerciements vont à l'endroit de l'Amicale des Étudiants Ressortissants de Saint-Louis à Ziguinchor pour tout et surtout pour la confiance.

Nous passons un salut particulier à tous les étudiants que nous avons eus le plaisir de côtoyer durant ces années au sein de l'Université Assane Seck de Ziguinchor.

Enfin, à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué dans nos études de l'élémentaire à l'université.

## SOMMAIRE

DÉDICACE : .....	
REMERCIEMENTS .....	ii
SOMMAIRE .....	iii
LISTE DES FIGURES .....	iv
LISTE DES TABLEAUX .....	v
SIGLES ET ABRÉVIATIONS .....	vi
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
CHAPITRE I : CADRE THÉORIQUE .....	3
I.1 Définition des concepts .....	3
I.2 Revue de la littérature .....	4
CHAPITRE II : SUBVENTION D'ENGRAIS ET FILIÈRE RIZ .....	8
II.1 Subvention d'engrais .....	8
II.2 La filière riz.....	11
CHAPITRE III : MÉTHODOLOGIE .....	17
III.1 Présentation de la zone d'étude .....	17
III. 2 Sources des données et technique de sondage.....	19
III.3 Méthode de l'évaluation d'impact.....	19
CHAPITRE IV : RÉSULTATS ET DISCUSSION .....	26
IV.1 Analyse descriptive des riziculteurs .....	26
IV.2 Analyse des résultats du modèle probit.....	30
IV.3 Résultats de l'estimation de la deuxième étape de la méthode d'Heckman.....	32
CONCLUSION .....	34
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	36
TABLE DE MATIÈRES.....	42
<b>RÉSUMÉ :</b> .....	44
<b>ABSTRACT</b> .....	44

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Consommation d'engrais en Afrique subsaharienne (Kg/ha) de 2003 à 2018 .....	10
Figure 2 : Consommation d'engrais au Sénégal (Kg/ha) de 2003 à 2018.....	11
Figure 3 : Niveau de production de riz de 1997 à 2013 par bassin de production (tonnes).....	12
Figure 4 : Évolution de l'offre de riz, importation et superficies emblavées au Sénégal .....	13
Figure 5 : Cartographie des acteurs de la chaîne de valeur riz au Sénégal .....	15
Figure 6 : Représentation de la vallée du fleuve Sénégal .....	18

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Caractéristiques Socio-démographiques des riziculteurs .....	27
Tableau 2 : Situation Socio-économique des riziculteurs .....	29
Tableau 3 : Résultat de l'estimation de probit.....	31
Tableau 4 : Résultats de l'estimation de la 2 <sup>e</sup> étape du modèle d'Heckman.....	33

## **SIGLES ET ABRÉVIATIONS**

<b>ANSD</b>	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
<b>ATT</b>	Effet Moyen du Traitement sur les Traités
<b>BS</b>	Biais de Sélection
<b>BM</b>	Banque Mondiale
<b>CNCAS</b>	Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal
<b>CSS</b>	Compagnie Sucrière Sénégalaise
<b>DAPS</b>	Direction de l'Analyse, de la Prévention et des Statistiques
<b>DPEE</b>	Direction de la Prévention et des Études Économiques
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization
<b>FOFIFA</b>	Centre Nationale de Recherche Appliquée et de Développement Rural
<b>GOANA</b>	Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et de l'Abondance
<b>GRRR</b>	Groupe de Recherche et de Réalisation pour le Développement Rural
<b>IFPRI</b>	Institut Internationale de Recherche sur les Politiques Alimentaires
<b>INSEE</b>	l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques
<b>IPAR</b>	Initiative Prospective Agricole et Rural
<b>ISRA</b>	Institut Sénégalaise de Recherche Agricole
<b>JICA</b>	Agence Japonaise de Coopération Internationale
<b>MAER</b>	Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural
<b>MEN</b>	Ministère de l'Éducation Nationale
<b>MCO</b>	Moindre Carrée Ordinaire
<b>NPA</b>	Nouvelles Politiques Agricoles
<b>ONG</b>	Organisation Non Gouvernemental
<b>OP</b>	Organisation Paysanne
<b>OMVS</b>	Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal
<b>PA</b>	Politique Agricole
<b>PDDAA</b>	Programme Détaillé de Développement de l'Agriculture Africaine
<b>PNAR</b>	Programme National d'Autosuffisance en Riz
<b>PRACAS</b>	Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise
<b>PREF</b>	Plan de Relance Économique et Budgétaire
<b>RGPHAE</b>	Recensement Général de la population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage
<b>SAED</b>	Société d'Aménagement et d'Exploitation du Delta

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

<b>SOCAS</b>	Société de Conserves Alimentaire du Sénégal
<b>UA</b>	Union Africaine
<b>UE</b>	Union Européenne
<b>VFS</b>	Vallée du Fleuve Sénégal

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le riz est devenu un aliment de base et un produit stratégique pour la quintessence des ménages au monde (Fall, 2016). En Afrique, le riz est une source de revenus et occupe une part importante dans l'alimentation de nombreux ménages (Krupnik et *al.*, 2012). De 1980 à 2009, sa consommation a progressé plus rapidement que dans les autres zones, atteignant un taux de croissance annuel moyen d'environ 5,7 % (Diagne et *al.*, 2013). Cette augmentation est due au fait que la population africaine augmente chaque année. Au Sénégal, ce produit joue un rôle important dans la satisfaction des besoins alimentaires d'une population croissante à un taux de 2,5 % par an (ANSD, 2018), avec une consommation apparente de 80 kg/an/habitant, ce qui en fait l'un des plus grands consommateurs en Afrique de l'Ouest, alors que la production ne satisfait que 20 à 30 % de la demande nationale (Ndiaye et Niang, 2010).

Cependant, la culture du riz est principalement pratiquée par de petits agriculteurs, soutenant directement 200 000 à 300 000 ménages, soit au moins 1,5 million de personnes, dont la plupart en dépend comme aliment de base (IPAR, 2015). La production nationale de riz en 2018 était estimée à 1 156 307 tonnes de paddy (735 518 tonnes en irrigué et 420 789 tonnes en sec). Pour répondre à la demande intérieure estimée à 1,35 million de tonnes, le Sénégal devrait importer environ 1,3 million de tonnes de riz blanc par an (moyenne des cinq dernières années) (FAO et USDA, 2020). En raison du manque d'approvisionnement intérieur, le pays est vulnérable aux chocs communs sur le marché international. C'est pourquoi la crise alimentaire mondiale de 2008 a aggravé la situation, les prix des denrées alimentaires, en particulier ceux du riz, atteignant des niveaux sans précédent, entraînant un doublement du taux de pauvreté parmi la population (Banque mondiale, 2008).

Dans ce contexte, l'augmentation de la production de riz ne vise pas seulement à répondre à la demande intérieure, mais aussi à assurer la souveraineté nationale. Face à cette situation préoccupante, le gouvernement sénégalais a lancé le GOANA (Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et de l'Abondance) en 2008 et le PNAR (Programme National d'Autosuffisance en Riz) en 2014 pour favoriser le développement dans cette zone. Par ailleurs, selon le MAER (2014), 2,5 millions d'hectares sont exploités pour l'agriculture avec une population très jeune (2/3 de la population rurale à moins de 35 ans). Malgré une population importante et une grande superficie de terres arables, la production ne pouvait répondre aux besoins d'une population croissante. D'autre part, il est largement admis que l'augmentation de l'utilisation des engrais chimiques pour augmenter la productivité agricole est nécessaire pour développer le secteur (Gerber, 2016). À ce titre, ces intrants agricoles restent un facteur très important de cette recrudescence.

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

Dans ce contexte, les politiques visant à renforcer et à éliminer les contraintes, à savoir l'accès au crédit, les coûts de transport élevés et l'accès rapide aux intrants, sont cruciales. Ces politiques portent généralement sur les semences agricoles, les équipements et les engrais.

Compte tenu de ces différentes politiques et programmes, plusieurs auteurs ont évalué l'impact des subventions aux intrants, en particulier les subventions aux engrais, sur les performances agricoles et ont adopté des positions différentes. Azumah et Zakaria (2019) ont constaté que les subventions aux engrais avaient un impact négatif important sur le riz. De plus, Gine et *al.* (2015) ont testé l'effet des subventions aux engrais en Tanzanie sur la diversité alimentaire parmi les ménages, mais pas au sein des ménages. Ils ont trouvé que les subventions d'engrais n'ont pas d'effets positifs et significatifs sur la sécurité et la diversité alimentaires des ménages. En revanche, les études de Chirwa (2010) et de Ricker-Gilbert et Jayne (2011) ont indiqué que les programmes de subventions aux intrants ont entraîné de modestes augmentations du revenu des ménages agricoles. En outre, Snapp et Fisher (2015) ont identifié deux voies par lesquelles le programme de subventions aux intrants du Malawi a eu un impact positif sur la diversité alimentaire des ménages : la diversification agricole et la génération de revenus grâce à une meilleure commercialisation du maïs. Face à ces confrontations de résultats sur l'importance de la subvention d'engrais, quel est l'effet causal de la subvention d'engrais sur le rendement du riz au Sénégal, plus précisément dans la vallée du fleuve Sénégal ?

L'objectif principal de notre travail est de déterminer l'impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz. Face à cela, notre hypothèse est que la subvention d'engrais a un impact positif et significatif sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal.

L'intérêt du sujet nous ramène aujourd'hui à un domaine de connaissance (agriculture, activité dominante dans la plupart des pays en voie de développement) aux potentialités très diverses. Il présente un intérêt particulier dans la mesure où il permet de connaître l'importance d'une bonne production rizicole. Il peut aussi servir d'aide à la décision pour les décideurs et les particuliers. C'est dans cette perspective que le programme de la subvention d'engrais est mis en place pour appuyer la production agricole sénégalaise.

Notre travail sera scindé en quatre parties. Le premier chapitre parlera du cadre théorique. Le second chapitre abordera le lien entre la subvention d'engrais et la filière du riz au Sénégal. Le troisième chapitre discutera de la méthodologie et le quatrième consistera à donner les résultats et interprétations.

## **CHAPITRE I : CADRE THÉORIQUE**

Dans ce chapitre, nous allons d'abord définir certains concepts pour faciliter la compréhension et enfin faire une revue théorique et empirique sur l'importance de la subvention d'engrais sur le rendement.

### **I.1 Définition des concepts**

Pour rendre notre travail plus clair et accessible, nous avons jugé nécessaire de définir certains termes qui font souvent l'objet de confusion.

#### **I.1.1 Impact et évaluation d'impact**

En général, l'impact d'un projet, d'un programme ou d'une politique est l'ensemble des changements significatifs, durables, positifs ou négatifs, planifiés ou non, sur les personnes, les groupes et leur environnement qui sont complètement impliqués dans l'intervention. L'étude d'impact est une évaluation ex-post qui consiste à déterminer l'efficacité ou non d'un projet, d'une politique ou d'un programme. J. Rogers (2012) note à ce propos que les impacts sont généralement considérés comme se produisant plus tard que les effets immédiats dont ils résultent. Selon Baker (2000) cité par Adekambi (2005), l'évaluation d'impact consiste, plus généralement, à déterminer si un projet, un programme ou une politique a eu des impacts souhaitables sur les individus, les ménages et les institutions et si ces impacts sont attribuables à l'intervention ou aux projets du programme. De plus, pour J. Gertler et *al.* (2011), l'évaluation d'impact vise à déterminer quels changements peuvent être attribués directement et exclusivement au programme. L'impact d'un projet, d'un programme ou d'une politique est l'ensemble des changements significatifs, durables, positifs ou négatifs, prévus ou imprévus sur les personnes, les groupes et leur environnement, ayant un lien de causalité avec l'intervention

#### **I.1.2 Subvention d'engrais**

Les raisons qui justifient l'octroi de subventions de l'État sont : la nécessité d'éviter des coûts élevés qui peuvent décourager l'utilisation d'engrais, mais aussi soutenir les revenus des producteurs, en particulier les petits agriculteurs (IPAR, 2015). Selon Morris et *al.* (2007), les subventions sont vraiment des « paniers de crabe ». Ils sont : très politique, très social et populaire, difficile à planifier, exécuter et à évaluer. D'après la Toupie, une subvention est une aide financière réelle, qui n'est ni un prêt ni une avance de trésorerie, accordée par l'État, une collectivité territoriale ou un organisme privé pour financer ou favoriser le développement d'une activité d'intérêt général ou à titre de secours, pour subvenir à un cas pressant.

## *Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal : Méthode de Heckman en deux étapes*

Dans ce même sens, selon l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE)<sup>1</sup>, il s'agit de « *transferts courants sans contrepartie que les administrations publiques ou les institutions de l'Union européenne (UE) versent à des producteurs résidents dans le but d'influencer leurs niveaux de production, leurs prix ou la rémunération des facteurs de production* ».

### I.1.3 Rendement

En agriculture, le rendement est généralement la quantité de produit récolté dans une zone de culture particulière. Mathématiquement, les calculs de rendement et de productivité sont les mêmes. La différence entre ces deux concepts est de savoir s'ils prennent en compte la nature des facteurs qui améliorent la productivité et le rendement et leur impact sur les personnes. Avec beaucoup d'efforts, augmenter le rendement n'augmente pas la productivité. Selon le lexique économique (12<sup>e</sup> édition), l'augmentation de la productivité est toujours synonyme d'augmentation des revenus.

### I.2 Revue de la littérature

La revue de la littérature est une partie très intéressante dans la mesure où elle nous permet de situer notre recherche par rapport aux études antérieures.

#### I.2.1 Les déterminants de l'adoption de l'engrais subventionné

La décision de participer à un programme de subvention peut différer d'un ménage à un autre. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette décision. Au Niger, Baki et Yacouba (2018), montrent que les variables telles que la taille du ménage, la superficie emblavée, la quantité d'engrais utilisée, l'état matrimonial, le sexe et le type des semences sont significatifs pour expliquer la décision de participer au programme de subvention. Également, Barasa et *al.* (2019) ont fait une étude par le biais d'une enquête transversale utilisant des questionnaires pour recueillir les données de 384 agriculteurs qui ont été sélectionnés à l'aide d'une technique d'échantillonnage à plusieurs degrés. Les données ont été analysées économiquement à l'aide d'un modèle à double obstacle qui combine un modèle probit et un modèle de régression tronquée. Les résultats montrent que l'âge, l'accès aux services de conseil, la taille des terres, la distance du marché, la taille du ménage et les revenus non agricoles ont un impact significatif sur l'accès des agriculteurs aux engrais subventionnés. En outre, Al hassan et *al.* (2020) montrent que l'éducation, la nativité et l'accès aux médias sont des facteurs influençant la probabilité de participation aux subventions aux engrais.

---

<sup>1</sup> L'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee ou INSEE) est chargé de la production, de l'analyse et de la publication des statistiques officielles en France, depuis 1946. Son siège actuel se situe à Montrouge. Il établit la comptabilité nationale annuelle et trimestrielle, évalue la démographie nationale, et le taux de chômage. Il constitue une direction générale du ministère chargé des finances.

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

Alors que Paudel *et al.* (2017) ont trouvé la distance comme étant le seul facteur influençant la décision de participer aux programmes de subvention d'engrais. Les agriculteurs qui résident à moins d'un kilomètre du marché bénéficient de la subvention et l'effet de la subvention est négatif pour les agriculteurs vivant à plus de cinq km du marché. De l'autre côté, Azumah et Zakaria (2019) ont fait l'étude sur la subvention d'engrais et la productivité du riz au nord du Ghana. Ils ont utilisé les données de 543 petits producteurs de riz dans le nord du Ghana et ont estimé à la fois une régression de commutation endogène et des modèles d'effet de traitement pour examiner les facteurs qui ont influencé la participation aux programmes de subvention des engrais et les différences de productivité du riz entre les agriculteurs bénéficiaires et non bénéficiaires. Ils ont trouvé que la participation des agriculteurs aux programmes de subvention des engrais a été influencée par l'âge, le sexe, l'éducation, la taille de l'exploitation, l'appartenance à une organisation d'agriculteurs, l'accès aux médias, la connaissance des pratiques intégrées de conservation des sols et de l'eau, l'exploitation agricole et la production de riz.

### **I.2.2 Synthèse des travaux empiriques sur l'impact de la subvention d'engrais sur le rendement**

Selon la théorie de la production, l'augmentation de l'utilisation d'engrais contribue à l'augmentation de la production. Les subventions permettent également aux producteurs d'augmenter leur efficacité et d'obtenir de meilleurs rendements à moindre coût. Baki et Yacouba (2018) au Niger ont étudié l'effet de la subvention d'engrais sur le rendement. Ces derniers ont utilisé les données du Ministère de l'Agriculture lors de la campagne agricole 2015/2016. La taille de l'échantillon est de 200 ménages, dont 51 bénéficiaires et 149 non bénéficiaires. Les résultats montrent que les subventions aux engrais ont un impact positif sur les rendements du riz de 428,098 kg.ha<sup>-1</sup>. Dans ce même sens, Rickert-Gilbert (2012), utilise trois vagues de données de panel au niveau des ménages représentatives au niveau national du Malawi pour estimer l'impact d'un programme de subvention des engrais à grande échelle sur le marché du travail agricole, connu sous le nom de ganyu dans ce pays. Il constate qu'en examinant l'ensemble de la population des petits exploitants, le fait de recevoir 100 kg supplémentaires d'engrais subventionnés amène le ménage moyen à fournir environ trois jours de ganyu de moins. Le programme de subvention des engrais a également un petit effet positif sur la probabilité qu'un ménage demande de la main-d'œuvre agricole, les résultats approchant la signification statistique. De plus, une augmentation de 10 kg de la quantité moyenne d'engrais subventionnés acquis par ménage dans une communauté augmente le taux de salaire agricole médian de 1,4 % dans cette communauté. Dans ce même sillage, les résultats des données d'enquête, auprès des agriculteurs du bassin du fleuve Sénégal, de Seck (2016) montrent que les programmes de subvention des engrais contribuent de manière

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

significative aux gains de productivité. Les résultats suggèrent également quelques pistes qui devraient être envisagées pour améliorer davantage l'efficacité de ces programmes et la productivité du secteur. Également, Azumah et Zakaria (2019) utilisent les données de 543 petits producteurs de riz dans le nord du Ghana et estiment à la fois une régression de commutation endogène et des modèles d'effet de traitement afin d'examiner les facteurs qui ont influencé la participation aux programmes de subvention des engrais et les différences de productivité du riz entre les agriculteurs bénéficiaires et non bénéficiaires. Ceci afin d'aborder l'hétérogénéité et les biais provenant de facteurs non observables découlant de caractéristiques non observables au niveau des exploitations et des agriculteurs. Les résultats du modèle de l'effet du traitement ont révélé un effet négatif et significatif de la subvention des engrais sur le riz. Alors que Paudel et *al.* (2017) ont montré l'impact d'un programme gouvernemental de subvention des engrais sur le rendement agricole dans la région des collines du Népal. Leur analyse plus approfondie montre l'hétérogénéité de l'effet de la subvention. Les agriculteurs disposant d'un certificat de propriété foncière voient leur rendement agricole augmenter de 10,7 points de pourcentage, tandis que ceux qui sont les moins susceptibles de fournir des preuves de propriété foncière signalent une baisse de rendement de 9,4 points de pourcentage.

### I.2.3 Les déterminants du rendement

Plusieurs données ont déjà été publiées sur l'augmentation des rendements. Ce qui prouve que la subvention d'engrais à elle seule ne peut pas assurer une intensification du rendement. Shaikh et *al.* (2016) ont estimé les paramètres de la fonction de production néo-classique et Cobb-Douglas à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaires (OLS). Les résultats de cette étude empirique montrent que les variables explicatives, à savoir, le capital, le travail, l'éducation des agriculteurs, la disponibilité du crédit et la taille de l'exploitation, ont un effet positif sur la production du riz, à l'exception de l'expérience des agriculteurs et des coûts élevés des intrants. De même, Andani et *al.* (2020) ont su trouver que les facteurs tels que le taux d'utilisation d'engrais, les semences améliorées et l'âge améliorent le rendement du maïs. Quant à Minten et *al.* (2015), ils ont basé leur étude sur une enquête extensive, auprès des communautés rurales, organisée par Institut Internationale de Recherche sur les Politiques Alimentaires (IFPRI) en collaboration avec le Centre Nationale de Recherche Appliquée et de Développement Rural (FOFIFA) dans presque 200 villages traditionnels à Madagascar en mai/juin 1997. Les résultats montrent que l'accès à l'irrigation, à la vulgarisation, au crédit formel, mais spécialement aux intrants agricoles ont été en mesure de maintenir ou d'augmenter les rendements. Également, Ollabodé et *al.* (2017), pour comprendre les déterminants du rendement du soja au Bénin, ont mené une enquête auprès de 123 producteurs de soja sélectionnés au hasard à l'aide d'un questionnaire, suivi d'un entretien structuré et d'un groupe de discussion. Des statistiques descriptives ont été utilisées pour caractériser les

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

systemes de culture du soja et identifier diverses restrictions à leur production. Un modèle de régression des Moindres Carrées Ordinaires (MCO) a été estimé pour déterminer les variables influençant la productivité du soja. Les résultats obtenus ont montré que les variables telles que le manque de crédit, l'absence de subvention des intrants agricoles, l'installation tardive des pluies et le manque de soutien de gouvernement à la filière ont été identifiés comme étant les facteurs limitant la production du soja dans la zone étudiée. De plus, Nuama (2010), a utilisé le modèle de la frontière de production stochastique et à effets d'inefficacité incorporés sur un échantillon de 143 producteurs pour identifier les sources d'accroissement de la production en Côte d'Ivoire. Il en déduit que l'appartenance à un groupement d'entraide, l'accès au crédit, l'accès à la terre par location, la possession d'une exploitation de culture de rente sont les principaux déterminants de l'efficacité productive des riziculteurs.

En grosso modo, les études antérieures révèlent à la fois un impact positif et négatif de la subvention d'engrais sur le rendement du riz. Selon ces auteurs, plusieurs facteurs peuvent influencer les décisions des riziculteurs à participer aux programmes de subvention ainsi que le rendement.

## CHAPITRE II : SUBVENTION D'ENGRAIS ET FILIÈRE RIZ

Cette partie retrace l'historique de la subvention d'engrais et de son utilisation, ainsi que la place du riz dans la vie quotidienne des sénégalais.

### II.1 Subvention d'engrais

Les subventions d'engrais sont souvent l'œuvre des gouvernements, d'associations ou de certaines Organisations Non Gouvernementales (ONG). En général, ces appuis ont pour but de redresser le secteur agricole et en particulier de booster la production du riz.

#### II.1.1 Historique de la subvention d'engrais

L'utilisation d'intrants agricoles est considérée comme très faible dans la plupart des pays africains, alors qu'elle a augmenté rapidement dans les pays en développement au cours des 40 dernières années (Heisey et Norton, 2007). Dans le même temps, les preuves suggèrent que de nombreux agriculteurs n'ont pas accès à des intrants et à des technologies éprouvées, ce qui empêche l'augmentation de la production agricole pour réduire la pauvreté et améliorer la sécurité alimentaire (Duflo et *al.*, 2008). La Déclaration d'Abuja (Nigéria) de 2006 engageait les membres de l'Union Africaine (UA) à travailler ensemble pour atteindre l'objectif ambitieux d'augmenter (au moins) sept fois l'utilisation des engrais au cours des sept prochaines années. Cet engagement est fermement ancré dans l'évidence que la faible productivité agricole en Afrique menace non seulement la croissance économique sur le continent, mais aussi la sécurité alimentaire et la santé environnementale, rendant les engrais efficaces et durables. Il ne peut être résolu qu'en améliorant son utilisation.

Par exemple, l'expérience du développement en Asie et en Amérique latine et la « révolution verte » peuvent faire des engrais une contribution décisive à l'amélioration de la productivité agricole, à l'amélioration de la sécurité alimentaire et à l'augmentation des revenus des populations rurales (Département de l'Agriculture et de l'Agro-industrie, 2007). La majorité des agriculteurs africains vivent dans des zones reculées et ont peu accès aux engrais. Par conséquent, il est urgent d'élaborer et de mettre en œuvre des programmes d'investissement stratégique pour accroître la disponibilité et l'utilisation d'engrais et d'autres intrants améliorant la productivité. Lors du sommet d'Abuja, les membres de l'Union africaine se sont engagés à augmenter l'utilisation d'engrais de la moyenne actuelle de huit kilogrammes par hectare et par an à au moins 50 kg d'ici à 2015 (Le Sommet africain sur les engrais, organisé en 2006 à Abuja). Pour atteindre cet objectif, des mesures concrètes doivent être prises pour donner aux agriculteurs un accès direct et indirect aux engrais. Pour faciliter cet accès, le gouvernement accorde des subventions aux intrants, principalement les engrais.

## II.1.2 Utilisation d'engrais

La consommation d'engrais augmente dans certaines parties du monde, notamment en Asie, alors qu'elle est stable ou en baisse dans d'autres. Gerber (2016) décrit que plusieurs chercheurs sont en accord sur le fait que l'utilisation massive des engrais chimiques entraîne une augmentation de la productivité.

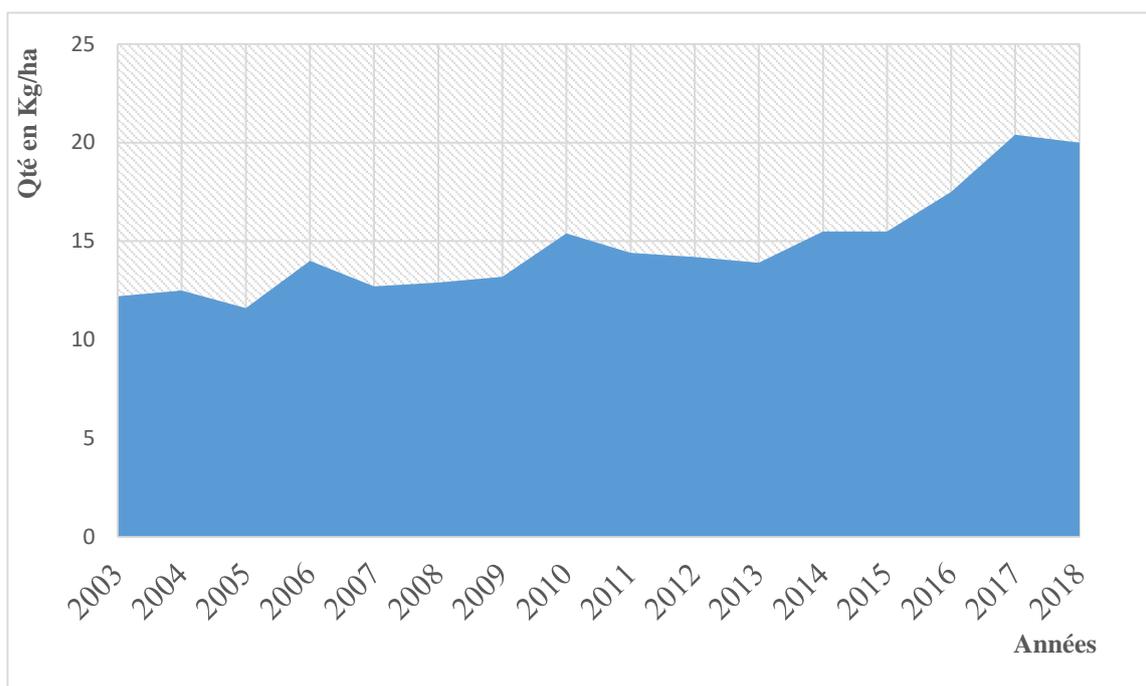
### II.1.2.1 En Afrique subsaharienne

La figure 1 nous permet d'avoir une vision plus claire sur les quantités d'engrais utilisée en Afrique subsaharienne dans la période allant de 2003 à 2018. Lors du sommet d'Abuja de 2006, les États membres de l'UA se sont engagés à augmenter le niveau d'utilisation d'engrais de la moyenne annuelle actuelle de huit kilogrammes par hectare à au moins 50 kilogrammes par hectare d'ici à 2015. Mais jusqu'en 2018, l'objectif fixé n'est pas encore atteint, car la consommation moyenne est de 14,74 kg/ha (durant ces seize dernières années).

En 2003, la quantité d'engrais utilisée dépasse la moyenne. Cela peut être dû à la déclaration de Maputo en 2003, à travers laquelle un Programme Détaillé de Développement de l'Agriculture Africaine (PDDAA) de l'UA a été mis en place. Le programme vise à améliorer la sécurité alimentaire, à améliorer la nutrition et à augmenter les revenus dans les économies africaines basées sur l'agriculture. Le PDDAA a augmenté l'allocation budgétaire annuelle des États à l'agriculture à au moins 10 % pour assurer une croissance annuelle de la production agricole d'au moins 6 %.

Mais en 2008, l'on note que son taux d'utilisation est en baisse. Cela est principalement dû à la crise alimentaire lorsque les prix ont augmenté. Cependant, à partir de 2014, l'utilisation d'engrais a augmenté, culminant en 2018 avec une moyenne de 20 kg /ha. Ce résultat peut être attribué aux sept actions concrètes pour accélérer la croissance et la transformation agricoles afin de partager les richesses et améliorer les moyens de subsistance. Les dirigeants africains ont pris des engagements concrets pour éradiquer la faim d'ici à 2025 en doublant la productivité, en réduisant de moitié les pertes après récolte et en améliorant considérablement la nutrition.

Figure 1: Consommation d'engrais en Afrique subsaharienne (Kg/ha) de 2003 à 2018



Sources : Auteur, à partir des données de la banque mondiale 2018.

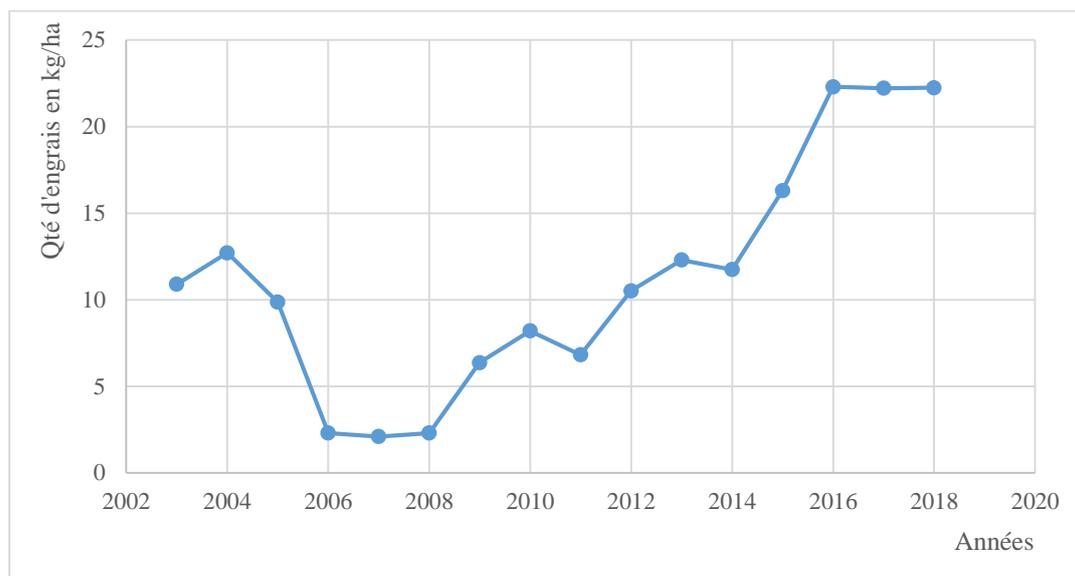
#### II.1.2.2 Au Sénégal

La figure 2 nous renseigne sur la quantité d'engrais utilisée en kilogramme par hectare au Sénégal de 2003 à 2018. La consommation moyenne d'engrais est estimée à hauteur de 11,21 Kg/ha durant ces seize dernières années.

En 2008, ce pays enregistre son niveau d'utilisation le plus faible de son histoire (2,3 Kg/ha). Ce qui se justifie que le Sénégal a subi de plein fouet les effets de la crise mondiale à cette époque dû à une hausse des prix de matières premières et des céréales sans égal. La quantité suit une évolution en dents de scie avant de s'accroître rapidement à partir de 2011. Cette croissance découle des effets de la Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et de l'Abondance (GOANA) en période de crise.

En 2017, Le PNAR est mis en place pour atteindre l'autosuffisance en riz. Cette politique regorge des soutiens significatifs, ce qui peut justifier la hausse de la quantité d'engrais constatée à partir de 2017.

**Figure 22** : Consommation d'engrais au Sénégal (Kg/ha) de 2003 à 2018



Source : Auteur, à partir des données de la banque mondiale 2018.

## II.2 La filière riz

Depuis 1985, la production du riz en Afrique a doublé tandis que les besoins en consommation sont plus que proportionnels à la production, situation qui se traduit par une évolution des pays de la région vis-à-vis des importations (Seck et *al.*, 2010). Au Sénégal, la quantité de riz importée ne cesse de grimper à cause de la faible production.

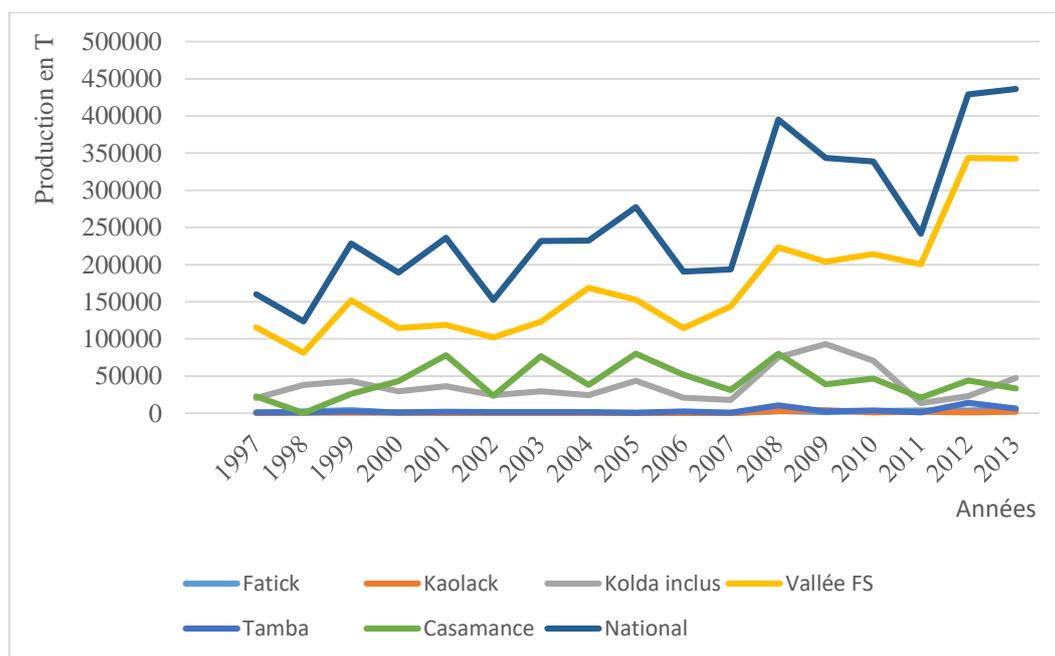
### II.2.1 La production du riz par zone au Sénégal

La figure 3 nous informe sur le niveau de production de paddy des différentes zones de cultures ainsi que celle au niveau national allant de 1997 en 2013. Selon la Direction de l'Analyse, de la Prévention et des Statistiques (DAPS), le Sénégal peut être divisé en six zones de production du riz que sont : la vallée du fleuve, Tambacounda sans Bakel, Casamance, Kaolack, Fatick et le Kolda inclus Anambé. La Vallée du Fleuve Sénégal (VFS), se situant au nord du pays, enregistre une production de 242472 tonnes en 2013 ; soit une évolution de -29,44 % par rapport à l'année précédente (en 2012), qui était de 343 650 tonnes. Avant les années 2000, elle connaissait une variation de 31,68 % (1997-1999). À partir des années 2000, la production évolue en dents de scie avant d'atteindre son pic en 2012 avec une quantité de 343 650 tonnes. La vallée du fleuve Sénégal occupe en moyenne 63,97% de la production nationale. Également dans la zone Tambacounda (sans Bakel), la production moyenne dans cette période est de 3161,529 tonnes. Cette dernière connaît une évolution en « zigzag » de 1997 à 2012, alors qu'on note une variation négative de plus de 100 % par rapport à l'année 2012. Cette zone occupe en moyenne 1,22 % de la production nationale. Quant à la région de Kaolack, elle participe à la production nationale du riz en moyenne à hauteur

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

de 0,37 %. Avant l'année 2008, La production dans cette zone est très faible alors qu'elle commence à haussé à partir de l'année prochaine. Entre 2012 et 2013, la production connaît une évolution de 98,11 %. De plus, en Casamance, au sud du pays, la production moyenne sur cette période est de 43177,94 tonnes. Tout comme les autres zones, la tendance est en dents de scie. Mais entre 2012 et 2013, on note une baisse de 24,48%. Alors qu'en Fatick, la production moyenne est de 1823,76 tonnes. Alors que le Kolda et l'Anambé occupe 14,76% de la production nationale de 1997 à 2013. Son évolution est similaire à celle des autres zones de production avant d'atteindre son pic en 2009 avec une quantité de 93096 tonnes. En 2013, elle a atteint 47600 tonnes, soit une évolution de plus de 100% par rapport à l'année précédente. Au niveau national, une analyse des tendances de l'offre du riz de 1997 à 2013 montre une évolution en dents de scie. Avant 2000, la production nationale était entre 150 000 et 200 000 tonnes de paddy en moyenne par année. De 2000 à 2007, on reste autour de 200 000 tonnes/an. Puis, on constate une hausse jusqu'à 400 000 tonnes en 2008 avec une forte implication des initiatives de l'État et ensuite une baisse cyclique entre 2008 et 2011(Fall, 2015).

Figure 3 Niveau de production de riz en paddy de 1997 à 2013 par bassin de production (tonnes)



Sources : Auteur, à partir des données du DAPS 2014.

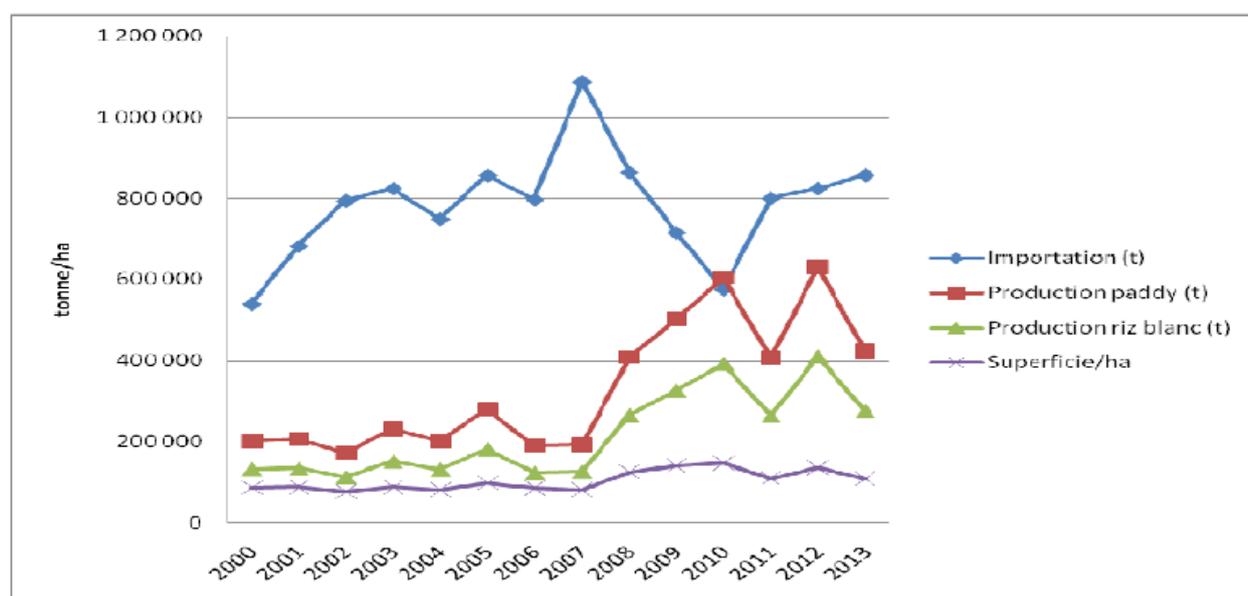
### II.2.2 L'importation du riz

La figure 4 donne l'évolution de l'offre de riz au Sénégal, des superficies emblavées ainsi que celle des importations entre 2000 et 2013. Corrélativement à la production ci-citée, les importations de 1997 à 1999 passent de 402061 tonnes à 600 000 tonnes avant de régresser de 16 % en 2000. Depuis 2000, on constate une forte hausse annuelle du riz jusqu'en 2007, avec un pic

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

de plus d'un million durant cette année. La crise alimentaire mondiale a dû impacter sur la baisse drastique des importations entre 2008 à 2010, en moyenne 750 000 tonnes de riz blanc. À partir de l'année suivante, l'introduction du riz tourne autour de 800 000 tonnes en moyenne (Fall, 2016). En ce qui concerne la superficie cultivée, elle connaît une évolution en dents de scie. Elle passe de 86 252 ha à 97 779 ha en 2005 avant de connaître une chute en 2007 (80 312 ha). À part la réduction de superficie constatée en 2011, les superficies emblavées s'élèvent en moyenne à plus de 100 000 ha. Le rendement, d'une manière générale, suit l'évolution de la production de paddy, mais connaît des valeurs plus faibles. Ceci est dû à la transformation, car au cours de cette phase, le riz blanc se détache de sa couverture. Or cette dernière est toujours incluse dans la quantité de paddy mesurée.

Figure 4 Évolution de l'offre de riz, importation et superficies emblavées au Sénégal



Source : (Fall, 2016)

### II.2.3 Commercialisation et Consommation du riz

La figure 5 retrace l'ensemble des acteurs qui interviennent dans la chaîne de valeur du riz, c'est-à-dire du producteur aux consommateurs. De la commercialisation du riz à sa consommation, beaucoup d'acteurs interviennent avec des tâches différentes.

#### II.2.3.1 Commercialisation

Plusieurs acteurs interviennent dans la commercialisation du riz au Sénégal, à savoir les producteurs, les étuveurs, les transformateurs et les professionnels du commerce. Au niveau du secteur commercial, les commerçants professionnels s'intéressent à la commercialisation du riz local, tandis que les grossistes s'occupent de la commercialisation du riz importé. Pour la vente du paddy, le prix de revient du commerce du paddy était en moyenne de 137 FCFA/kg pour les collecteurs, 157 F pour les détaillants et 167 FCFA/kg pour les demi-grossistes/grossistes. Par

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

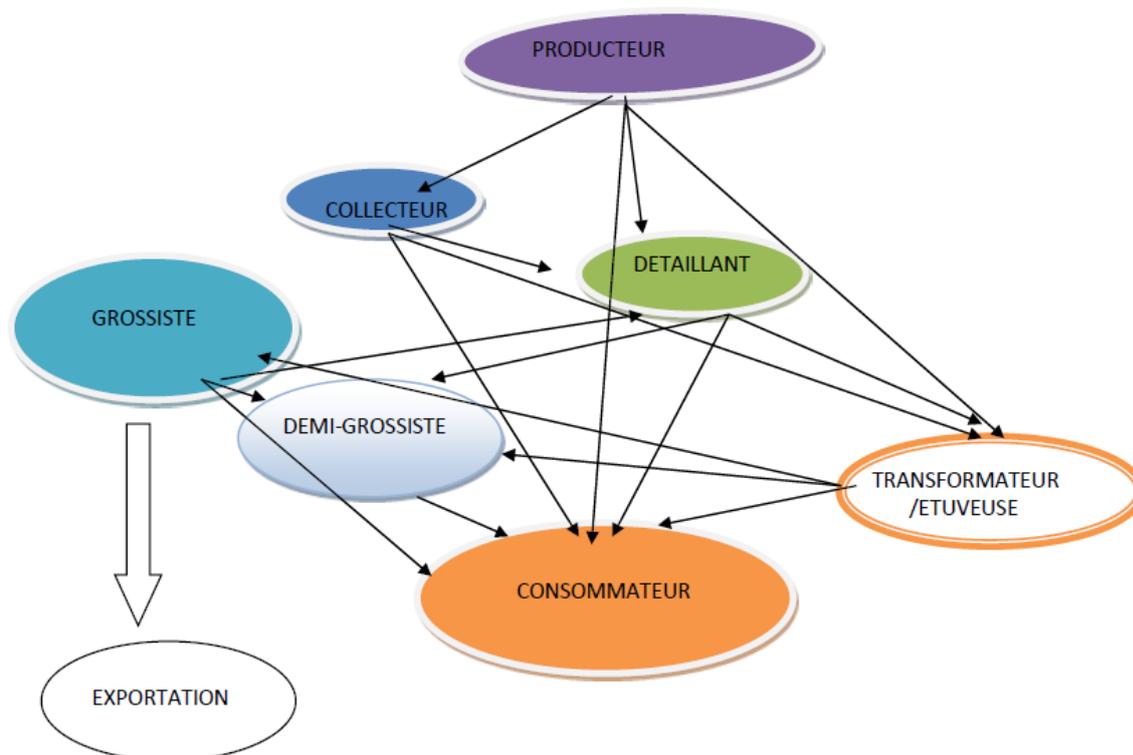
exemple, un commerçant de riz a un bénéfice net de 13 F/kg, tandis qu'un détaillant à un bénéfice net de 33 F/kg et un semi-grossiste a un bénéfice net de 35 F/kg. Cette différence de produit est mise en évidence par les coûts plus élevés des demi-grossistes. Le coût de transaction du riz blanc est de 197 FCFA pour le collecteur, 229 FCFA pour le détaillant et 239 FCFA pour le semi-grossiste. De plus, le bénéfice net du riz blanc était de 28 FCFA/kg pour les collecteurs, 25 FCFA/kg pour les détaillants et 63 FCFA/kg pour les demi-grossistes (Fall, 2015).

### II.2.3.2 Consommation

La consommation de riz dans le pays a été très rapide. L'allure rapide de l'urbanisation, le manque d'amélioration dans le système de production des autres céréales et une politique qui favorise la disponibilité du riz à bon marché ont fait que cette céréale a pris la place du mil et du sorgho dans l'habitude alimentaire des sénégalais. Le riz représente 34 % du volume de la consommation céréalière nationale et compte pour 54 % des céréales consommées en milieu urbain et 24 % en milieu rural (Fall, 2015).

Au Sénégal, le choix du riz brisé est notoire. Néanmoins, on note une segmentation de la demande en riz entier et parfumé par la classe moyenne (Demont, 2011, cité par Fall, 2015). Il conviendrait mieux à la préparation du riz au poisson, plat dit national (ceebu jën). Selon Fall et *al.* (2010), les citadins préfèrent le riz brisé au riz simple. Selon les régions, on peut noter certains critères de choix des consommateurs. Par exemple, les habitants de la VFS connaissent et apprécient beaucoup le riz local. Ils le consomment régulièrement et l'achètent même si le prix est égal au prix du riz importé. Par contre, les consommateurs urbains, surtout ceux de Dakar, sont sensibles à l'homogénéité du riz. Ils ont du mal à accepter le riz décortiqué en provenance des villageois dans la mesure où ils y trouvent un intérêt de prix. Une identification de la demande des consommateurs s'avère dès lors nécessaire, car elle peut varier selon plusieurs facteurs (prix, granulométrie, qualités culinaires, etc.), selon les localités (villes, campagne) et selon les types de préparations (recettes culinaires).

Figure 5 Cartographie des acteurs de la chaîne de valeur riz au Sénégal



Source : Rapport final de VECO-WA, 2015.

#### II.2.4 Place de la filière dans l'économie

En Afrique de l'Ouest, le riz reste encore aujourd'hui la principale céréale. Au Sénégal, plus de 70 % de la population vit en milieu rural et tire ses revenus de ce secteur. Cela fait de l'agriculture un important pourvoyeur d'emplois (Banque mondiale, 2008). La production ne satisfait qu'un tiers de la demande nationale, créant un déséquilibre entre l'offre et la demande. Cela a poussé le pays à recourir à d'importantes importations, qui s'élevaient en 2016 à une valeur nette de 189,27 milliards de francs CFA, soit 966 498 tonnes importées (DPEE, 2016). Afin de réduire ces effets désastreux sur l'économie sénégalaise, le pays a choisi de développer la riziculture face à plusieurs atouts. Le développement de l'hydro agriculture à St-Louis et Kolda peut être le résultat de cette volonté (Gueye, 2004). Le PRACAS aujourd'hui est considéré comme une révision et une concentration des stratégies pour atteindre dans les plus brefs délais l'objectif de l'État dans ce secteur agricole. Selon la Banque Mondiale (BM) (2008), pour réduire la pauvreté d'une manière efficace et efficiente, il est primordial d'augmenter la production et la productivité de l'agriculture.

En somme, les membres de l'UA travailleraient ensemble pour atteindre l'objectif très ambitieux d'une multiplication (au moins) par sept de l'utilisation des engrais au cours des sept prochaines années (l'utilisation d'engrais de la moyenne actuelle de huit kilogrammes par hectare et par année à au moins 50 kg d'ici à 2015). L'utilisation de l'engrais est toujours minimale en Afrique

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

subsaharienne ainsi qu'au Sénégal. La faible production entraîne une hausse importante de la quantité de riz importée alors que sa principale zone de production demeure la vallée du fleuve Sénégal. Le prix du riz varie selon les acteurs de la chaîne de valeur du riz. Mais aussi des préférences ont été opérées entre le riz importé et le riz local. Cependant, consciente de l'importance de cette céréale, beaucoup de politiques ont été mises en place pour relancer cette culture.

### CHAPITRE III : MÉTHODOLOGIE

Nous jugeons nécessaire d'abord de faire la présentation de notre zone d'étude. Ensuite, nous parlerons de la source des données et de la technique de sondage et enfin du principe de base de l'évaluation.

#### III.1 Présentation de la zone d'étude

La carte 1 fait la description de notre zone d'étude, ses limites, ses caractéristiques et ses particularités. En raison des frontières proches et des liens historiques entre les personnes vivant des deux côtés du fleuve, la zone d'étude peut s'étendre à certaines parties de la Mauritanie. De ce fait, ils forment des territoires transfrontaliers particulièrement intéressants en termes d'identité culturelle et sociale et de dynamique d'intégration régionale. La vallée du fleuve Sénégal, incluant le delta, constitue la partie terminale du fleuve Sénégal et s'étend de Bakel à Saint-Louis sur une superficie de 12639 km<sup>2</sup> et que la quintessence de l'activité agricole est dominée par le développement de l'irrigation, occupant près de 2,5 % de la superficie de la vallée (Ndiaye et *al.*, 2022). Sur le plan administratif, la vallée du Sénégal est composée de trois régions : Saint-Louis (Saint-Louis, Dagana, Podor), Matam (Matam, Kanel) et Tambacounda (Bakel), représentant 34 % du pays.

Géographiquement, il existe trois principales zones hydrologiques et écologiques :

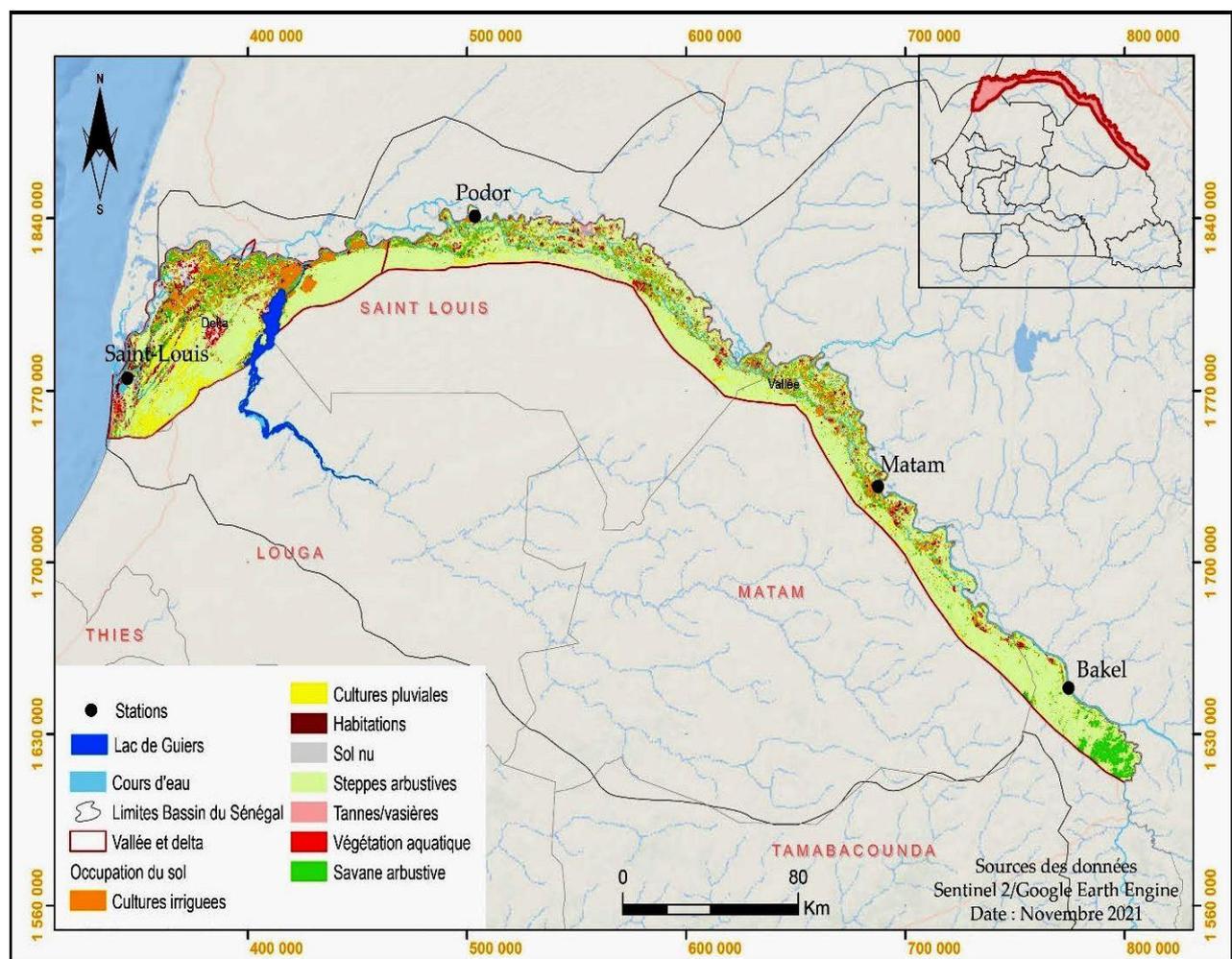
- ❖ La Haute vallée située en amont de Bakel qui s'étend sur les 50 km situé le long du fleuve Sénégal jusqu'à la frontière malienne et la rive gauche de la Falémé
- ❖ La Moyenne vallée qui se développe de Bakel à Podor
- ❖ La Basse vallée incluant le Delta, le territoire qui s'étend de Podor à l'embouchure du fleuve.

Les précipitations se caractérisent par des pluies légères et irrégulières qui durent deux à trois mois de fin juillet à septembre. D'où la présence d'une savane. Les sols sont très adaptés pour beaucoup de types de culture, plus précisément à la riziculture. Jusqu'au début des années 1970, l'utilisation des terres reposait principalement sur deux systèmes agricoles : Cultures de décrue de Walo, cultures pluviales du Diéri et élevage. En saison sèche, après le retrait du fleuve, La population de la vallée décline l'agriculture sur des terres qui étaient inondées ou walo. Les variétés cultivées comprennent le sorgho, le maïs, le niébé, etc. Selon l'importance des crues, la superficie des terres varie de 1500 hectares (par exemple, en 1972) à 80 000 hectares (valeur moyenne en années normales). À Diéri, qui se trouve en dehors de la zone inondable, le rendement est imprévisible en raison de la dépendance à la pluie. Le millet est la variété spéculative la plus cultivée, occupant près de 80 % des terres agricoles. (Diop et *al.*, 2008). La vallée est drainée par des eaux de surface

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

et des eaux souterraines. Les eaux de surface sont constituées du fleuve Sénégal (1 790 km), du lac de Guiers et d'un réseau d'affluents qui drainent la plaine inondable du Walo sur toute la vallée. De surcroît, l'agencement dans le cadre de mise en place de l'OMVS permet de réguler le niveau de l'eau du fleuve (Salem-Murdock et *al.*, 1995). Avec la modernisation de l'agriculture, les techniques changent : utilisation de machines, d'engrais, de pesticides, ainsi que l'irrigation. La production porte sur le blé, le riz, le mil, le coton, la canne à sucre, etc. avec des sociétés comme la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS), et la Société des Conserveries Alimentaires du Sénégal (SOCAS) dans les périmètres irrigués de la Société d'Aménagement et d'Exploitation du Delta (SAED) depuis 1965 ou à Richard-Toll depuis 1970.

Figure 6 Représentation de la vallée du fleuve Sénégal



Source : (NDIAYE et *al.*, 2022)

### III. 2 Sources des données et technique de sondage

Les données utilisées dans cette présente étude sont issues d'une enquête auprès des riziculteurs des Organisations Paysannes (OP) de la VFS. Cette enquête a été réalisée par l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA) et l'Agence Japonaise pour la Coopération Internationale (JICA) en 2015. Elle concerne les départements de Podor et Dagana. Le questionnaire, fait de manière à évaluer l'organisation des agriculteurs en termes de structure, de rôle et de responsabilités, a été le principal instrument de collecte de données utilisé au cours de cette enquête. En ce qui concerne la sélection des répondants de l'échantillon, la technique d'échantillonnage probabiliste a été utilisée.

La collecte de données concerne 120 organisations d'agriculteurs et 559 producteurs individuels. L'échantillon ciblé était de 120 organisations d'agriculteurs et de 600 agriculteurs. Dans la zone de Dagana, 77 OP ont été sélectionnés au hasard parmi 1194 OP au total et 43 OP sélectionnés au hasard dans Podor parmi 484 OP au total en utilisant un nombre attribué au hasard. Cela provient de 120 OP sur 1678 dans les deux zones d'étude. La sélection aléatoire est basée sur la stratification par zone et par type d'OP. Dans chaque OP, les enquêteurs ont planifié une liste de membres et sélectionné au hasard cinq producteurs de riz pour l'enquête auprès des ménages. La collecte de données concerne 120 regroupements d'agriculteurs et 559 producteurs individuels contre les 600 visés. Cela peut s'expliquer du fait que certaines OP fonctionnent avec trois ou quatre membres présents (car les membres sont temporairement absents du site du village pendant la période d'enquête) contrairement aux cinq membres attendus, et/ou que certains syndicats d'agriculteurs ne sont que fictifs et agissent en tant qu'individus, mais répertorient tous les membres de leur famille en tant que membres de l'OP. Les données collectées incluent en particulier les caractéristiques sociodémographiques et socio-économiques des ménages et des villages. Au final, notre travail s'est porté sur un échantillon de 473 riziculteurs, après nettoyage des données.

### III.3 Méthode de l'évaluation d'impact

La demande d'évaluation est de plus en plus présente dans le débat public. Cette évaluation recouvre plusieurs dimensions, la question de l'efficacité des politiques étant essentielle. Il s'agit de déterminer si une mesure a rempli les objectifs qui lui étaient assignés. Les questions qui méritent d'être posées pour déterminer l'impact sont : l'impact de quoi (subvention des engrais), sur quoi (le rendement du riz), sur qui (les producteurs de riz dans la vallée du fleuve Sénégal).

#### III.3.1 Principe de base d'évaluation d'impact

L'évaluation d'impact trouve son plus grand défi sur le fait que pour chaque résultat donné, il y a des facteurs d'impact, que ce soit endogènes ou exogènes qui contribuent aux changements

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

observés sur les résultats (Fall, 2005). Le cadre qui sert de guide pour comprendre l'analyse empirique de ce problème est l'approche de résultats potentiels, connu également sous le nom de Roy (1951) ou Rubin (1974). La question essentielle pour cette recherche est de savoir l'impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz. L'effet de cette pratique est de définir par  $Y$  le rendement à l'issue de l'adoption. Ainsi, le fait de bénéficier de la subvention d'engrais est une variable aléatoire binaire qui prend la valeur 1 si l'individu est bénéficiaire ( $T = 1$ ) et la valeur 0 si l'individu n'est pas bénéficiaire ( $T = 0$ ).

Soit  $Y_i^1$  le rendement de l'individu ayant bénéficié de la subvention d'engrais et  $Y_i^0$  le rendement l'individu non bénéficiaire. L'effet causal pour cet individu à la participation de ce programme est donné par l'équation suivante :

$$\Delta_i = Y_i^1 - Y_i^0 \quad (1)$$

Le modèle de Rubin est considéré comme le modèle canonique des évaluations d'impact. Cet effet causal  $\Delta_i$  sur le fait de participer au programme de subvention d'engrais est la différence de résultats potentiels pour un individu ayant participé ou non. Ce paramètre indique l'effet moyen de l'adoption sur toute la population totale

$$\Delta_i = Y_{i1} - Y_{i0} \quad (2)$$

Le problème fondamental de toute évaluation d'impact est l'impossibilité d'observer simultanément et à la même date ces deux résultats potentiels (Roy 1951, Holland 1986). En d'autres termes, lorsque l'individu est bénéficiaire de la subvention d'engrais, on ne peut plus observer son rendement s'il n'était pas bénéficiaire. Dans ce cas de figure, nous sommes confrontés à un problème de données manquantes connu sous le nom de problème fondamental de l'inférence causale (Holland .1986).

Par conséquent, le résultat observé pour un individu  $i$  en supposant que les résultats  $Y_0$  et  $Y_1$  sont définis pour toute la population est donnée par l'équation suivante :

$$Y_i = T_i Y_{i1} + (1 - T_i) Y_{i0} \quad (3)$$

Dans cette équation, nous observons  $Y_{i1}$  pour les individus bénéficiaires de la subvention d'engrais et  $Y_{i0}$  sinon. Alors dans ce cas, la composante non observée est le contre factuel (équation 1), ce qui peut conduire à un biais de sélection. Pour surmonter ce problème de biais, Heckman (2010), Rosenbaum et Rubin (1983), ont eu à démontrer qu'on pourrait déterminer un effet causal moyen du changement technologique au sein d'une population. L'idée consiste à faire la différence entre le niveau de l'indicateur des adoptants et celui des non adoptants :

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

$$\Delta^{ATE} = Y_1 - Y_0 \quad (4)$$

Dans la population des bénéficiaires, l'effet moyen du traitement est donné par :

$$\Delta^{ATT} = (Y_1 - Y_0 | T = 1) \quad (5)$$

Lorsque les variables  $Y_{i1}$  et  $Y_{i0}$  sont indépendantes des variables d'accès au traitement, alors sous certaines restrictives il y a égalité de paramètres. Le résultat de l'individu non traité est différent de celui de l'individu non traité s'il était traité.

$$\begin{aligned} (Y_i | T_i = 1) - (Y_i | T_i = 0) &= (Y_{i1} | T_i = 1) - (Y_{i0} | T_i = 0) \\ &= (Y_1 | T = 1) - (Y_0 | T = 0) \quad (6) \text{ inobservé } (Y_0 | T = 1) \end{aligned}$$

Cette composante inobservée est le résultat (rendement moyen) des individus bénéficiaires s'ils n'étaient pas bénéficiaires de la subvention d'engrais. Si nous ajoutons puis retranchons le contre factuel dans l'équation (6), nous aurons :

$$E(Y_i | T_i = 1) - E(Y_i | T_i = 0) = E(Y_1 | T = 1) - E(Y_0 | T = 1) - E(Y_0 | T = 1) + E(Y_0 | T = 1) \quad (7)$$

$$\Delta^{ATT} + BS \text{ (Biais de Selection)}$$

Ce biais de sélection peut provenir des caractéristiques observables et inobservables des individus et avoir un impact sur le rendement du riz. Ainsi, pour éliminer ou réduire au minimum les biais de sélection, nous utiliserons la méthode de Heckman en deux étapes

### III.3.2 La méthode de Heckman en deux étapes

La présence du contrefactuel rend impossible l'estimation de l'impact. C'est ainsi que diverses méthodes sont utilisées pour résoudre le problème et pouvoir déterminer l'impact. Dans notre travail, pour faire face à cela, nous utilisons la méthode de Heckman en deux étapes parce que les données dont nous disposons sont en coupes instantanées. Par conséquent, sur la base des revues de littérature, nous trouvons la méthode la plus appropriée d'évaluer l'impact. La section suivante présente le modèle de Heckman en abordant le biais créé par les variables observables et en intégrant les effets des variables non observables via le ratio de Mills.

- Principe de la méthode

James Heckman a proposé une procédure d'estimation en deux étapes utilisant le ratio inverse de Mills pour corriger le biais de sélection. Dans une première étape, une régression pour observer un résultat positif de la variable dépendante est modélisée avec un modèle probit. Le ratio de l'Inverse de Mills doit être généré à partir de l'estimation d'un modèle probit, un logit ne peut pas être utilisé. Le modèle probit suppose que le terme d'erreur suit une distribution normale standard.

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

Les paramètres estimés sont utilisés pour calculer le ratio de l'Inverse de Mills, qui est ensuite inclus comme variable explicative supplémentaire dans l'estimation MCO.

- Spécifications du modèle Heckman

Considérons l'équation (8) qui permet d'estimer l'impact de la subvention des engrais sur le rendement.

$$Y_i = \beta X_i + \alpha I_i + \mu_i \quad (8)$$

Où  $Y_i$  est le rendement,  $X_i$  un vecteur des variables explicatives,  $I_i$  une variable binaire indiquant si l'individu  $i$  est bénéficiaire ou pas de la subvention et  $\mu_i$  le terme d'erreur.

En utilisant la méthode d'estimation à deux étapes développée par Heckman (1979), le modèle peut se formaliser pour chaque individu  $i$  comme suit :

$$I_i = \delta Z_i + \varepsilon_i \quad (\text{équation de selection})$$

$$Y_i = \beta X_i + \mu_i \quad (\text{équation substantielle})$$

L'hypothèse du modèle

$\varepsilon_i$  Suivant une loi normale  $N(0,1)$

$\mu_i$  Suivant une loi normale  $N(0, \delta_\mu)$

En prenant tous individus avec  $(X_i, Z_i)$  donnée, formellement la régression de  $Y_i$  sur  $X_i$  dans l'échantillon est :

$$E(Y_i | I_i = 1) = E(Y_i | X_i, Z_i, I_i) \quad (9)$$

$$E(Y_i | I_i = 1) = \beta X_i + E(\mu_i | I_i = 1) \quad (10)$$

En imposant une normalité sur la variance de  $\varepsilon$ . Soit  $\delta_\varepsilon$

Sous l'hypothèse de normalité, nous pouvons écrire :  $\mu_i = \rho \delta_\mu \varepsilon_i$

En le remplaçant dans l'expression (10), on obtient :

$$E(Y_i | I_i = 1) = \beta X_i + E(\mu_i | Z_i, X_i > 0) \quad (11)$$

$$E(Y_i | I_i = 1) = \beta X_i + \rho \delta_\mu E(\varepsilon_i | \varepsilon_i > -\delta_i Z_i) \quad (12)$$

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

La troncature sur  $\varepsilon_i$  entraîne donc une troncature sur  $Y_i$  si respectivement  $\mu_i$  et  $\varepsilon_i$  sont corrélés ( $\rho \neq 0$ ).

Soit l'espérance d'une loi normale tronquée en  $S$  :

$$E(\varepsilon_i | \varepsilon_i > S) : \int_{Z_i=S}^{\infty} \varepsilon_i f\left(\frac{\varepsilon_i}{\sigma} > S\right) d\varepsilon \quad (13)$$

$$E(\varepsilon_i | \varepsilon_i > S) : \int_{Z_i=S}^{\infty} \varepsilon_i \left( \frac{\phi(S)}{1 - \Phi(S)} S \right) d\varepsilon \quad (14)$$

$$E(\varepsilon_i | \varepsilon_i > S) : \frac{\phi(S)}{1 - \Phi(S)} = \frac{\phi(S)}{\Phi(-S)} \quad (15)$$

En remplaçant l'expression de  $E(Y_i | I_i = 1)$  dans les équations (12) et (15), on obtient :

$$E(Y_i | I_i = 1) = \beta X_i + \rho \sigma_{\mu i} \frac{\phi(\delta_i Z_i)}{\Phi(\delta_i Z_i)} = \beta X_i + \rho \sigma_{\mu i} \lambda_i \quad (16)$$

Les fonctions  $\phi$  et  $\Phi$  sont respectivement les fonctions de densité et de répartition de la loi normale.  $\lambda_i$  est appelé inverse du ratio de Mills.

À cause du biais de sélection, si on estime l'équation (1) par la méthode des moindres carrés ordinaires, on va omettre une variable ( $\lambda_i = \frac{\phi(\delta_i Z_i)}{\Phi(\delta_i Z_i)}$ ) et on peut s'attendre à ce que le modèle soit biaisé. Il est d'ailleurs probable que l'ampleur, le signe et la significativité des coefficients diffèrent lorsqu'ils sont estimés par la méthode en deux étapes. La variable  $\lambda_i$  représente, pour l'observation, l'espérance conditionnelle du résidu  $\varepsilon_i$  à  $I_i = 1$ . De plus, lorsque l'effet de sélection est dépassé, il capture la valeur attendue de l'équation d'intérêt. Cette variable est généralement la principale cause de biais dans l'estimation des coefficients du modèle de régression. Il est maintenant possible d'estimer l'équation de l'impact du programme en s'affranchissant du biais de sélection en incluant l'inverse du ratio de Mills (Danelutti, 2003) dans l'équation substantielle.

Soit le modèle :

$$Y_i = \beta X_i + \rho \sigma_{\mu i} \lambda_i + e_i \quad (17)$$

Pour les bénéficiaires de la subvention

$$I = 1: Y_{i1} = \beta X_{i1} \rho \sigma_{\mu i1} \lambda_i + e_{i1}$$

Pour les non bénéficiaires de la subvention

$$I = 0: Y_{i0} = \beta X_{i0} \rho \sigma_{\mu i0} \lambda_i + e_{i0}$$

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

- Les limites de la méthode en deux étapes de Heckman

La méthode en deux étapes de Heckman, qui est largement utilisée pour traiter les biais de sélection, a fait l'objet de quelques critiques. La première concerne l'hypothèse de normalité (Lee, 1982). En effet, les estimations des paramètres semblent très sensibles aux distributions des termes d'erreurs des équations de sélection et d'intérêt du modèle. La littérature propose des approches alternatives, fondées sur des estimateurs non paramétriques, permettant de s'affranchir de l'hypothèse de normalité. Le ratio de Mills est très sensible à la colinéarité pouvant exister entre les deux équations et les variables explicatives de l'équation d'intérêt sont souvent les mêmes que celle de l'équation de sélection. Un autre inconvénient est que l'inverse du ratio de Mills est traité comme une variable explicative dans la régression de la seconde étape, alors qu'il correspond à une partie des résidus. Enfin, il est utile de rappeler que la sélection des répondants peut être fondée sur les facteurs observables ou inobservables. C'est la richesse des données d'enquêtes qui détermine quels facteurs sont observés et lesquels ne les sont pas. Ainsi, plus les données disponibles sont riches et plus la part du biais de sélection imputable à des facteurs inobservables est réduite.

- Les variables du modèle :

☞ L'âge du chef de ménage

Étant une caractéristique sociodémographique qui peut influencer l'adoption de l'engrais subventionné, l'âge reste une variable continue. De ce fait, nous pouvons supposer que les jeunes sont plus ambitieux et ouverts à un changement de pratiques culturelles. Au moment où les vieux sont réfractaires aux changements, Chirwa (2005) trouve que les vieux agriculteurs (agriculteurs âgés) peuvent être réticents à accepter les produits venant de la nouvelle technologie.

☞ La taille du ménage

C'est une variable quantitative qui nous donne une information sur le nombre de personnes vivant dans une famille donnée. Le nombre d'actifs dans un ménage indique le niveau de main d'œuvre qui peut être regroupé pour les travaux champêtres. De ce fait, les dépenses destinées à recruter des postes de labour seront réduites. Ces postes sont les plus exigeants en main d'œuvre dans la production rizicole (Fall, 2005).

☞ Niveau d'éducation du chef de ménage

On pourrait imaginer que les agriculteurs ayant un niveau d'éducation plus élevé ont une meilleure compréhension des produits agricoles issus de la nouvelle technologie, et donc plus disposés à

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

juger son utilité. Les agriculteurs ayant un niveau d'éducation faible ou nul avaient une plus grande probabilité de participer au programme de subvention des engrais (Azumah et Zakaria, 2019).

☞ Sexe du chef de ménage

Le genre est une variable binaire qui prend la valeur 1 si le chef de ménage est un homme et 0 s'il est une femme. Étant donné que les hommes sont plus actifs dans la production rizicole, le genre masculin devrait avoir un effet positif sur la participation au programme de subvention d'engrais. Les agriculteurs masculins sont également plus ressources, ce qui leur donne un meilleur accès aux intrants agricoles, d'après, Chirwa et *al.* (2011).

☞ Superficie cultivée par le chef de ménage

En général, les programmes de subvention d'engrais sont mis en place pour permettre à ces agriculteurs les moins dotés de fonds d'en bénéficier. Les grands producteurs ont tendance parfois à ne pas participer à ces programmes parce qu'ils détiennent les moyens nécessaires. Le programme de subvention se fait par ciblage de population. Donc plus la superficie est grande, plus le producteur est classé parmi les grands producteurs, car seuls les petits producteurs participent au programme (Baki et Yacouba, 2018).

☞ Situation matrimoniale

La situation matrimoniale affecte l'accès aux facteurs de production agricole, notamment les terres aménagées pour la riziculture. Le statut de marié aurait un effet positif sur la quantité d'engrais utilisée en intensification agricole. Le fait d'être marié devrait pousser le riziculteur à se ménager pour augmenter sa productivité.

☞ Type de Semences

C'est une variable quantitative. Les bénéficiaires de subvention d'engrais ont tendance à recevoir en même temps les semences, car l'engrais subventionné accompagne en général les semences.

☞ Accès au crédit agricole

Les agriculteurs, en général, font face à des contraintes de liquidités en périodes hors récoltes. L'accès des agriculteurs au crédit renforcerait donc l'usage de certains intrants. Il s'agit d'une variable qui prend la valeur 1 si le producteur a eu accès à un crédit pour la production de riz et 0 sinon.

## CHAPITRE IV : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Ce chapitre nous permet de cerner à la finalité l'impact de la subvention d'engrais sur le rendement des riziculteurs dans la vallée du fleuve Sénégal. Les statistiques descriptives, les estimations du modèle probit en première étape du modèle de Heckman et les résultats de la deuxième étape ont été réalisées grâce au logiciel STATA 15 qui est un logiciel statistique de gestion et d'analyse de données.

### IV.1 Analyse descriptive des riziculteurs

Cette partie du travail nous renseigne sur la description de données portant sur les caractéristiques sociodémographiques et socioéconomiques afin d'avoir une vision générale sur les riziculteurs.

#### IV.1.1 Caractéristiques sociodémographiques des producteurs de riz

Pour mieux comprendre le comportement de ces individus, une description Sociodémographique des riziculteurs répond à nos attentes. Les résultats du tableau 1 ressortent que dans la sous-population des bénéficiaires et des non-bénéficiaires, on note respectivement 95,25 % et 97,98 % d'hommes. Ce test révèle que la différence entre les bénéficiaires et les non-bénéficiaires n'est pas statistiquement différent de zéro. Pour les femmes dans les deux sous-groupes, il représente respectivement chez les bénéficiaires et non bénéficiaires 4,74 % et 2,10 %. Nos résultats révèlent que les chefs de ménages dans notre zone d'étude sont en général des hommes. Selon la PAM en 2017, les chefs de ménages agricoles sont en grande majorité des hommes à 85,7 % contre 15,3 % de femmes. La taille moyenne des bénéficiaires et des non-bénéficiaires est respectivement égale à 10,36 et 11,06. La différence de test est significative à 1%. Statistiquement, le nombre de personnes dans ces ménages est sensible égal (respectivement 10,36 et 11,06 pour les bénéficiaires et les non-bénéficiaires). Nos résultats sont en conformité avec l'ONU FEMMES et l'ANSD (2016) qui révèle que la taille moyenne des ménages est de 10 au niveau régional. L'âge moyen chez les ménages bénéficiaires de subventions d'engrais est de 50,74 ans alors qu'il est de 51,23 ans chez les ménages non-bénéficiaires de subvention. Nos résultats sont en conformité avec celui du rapport définitif de RGPHAE de 2013 (la plupart des chefs de ménages agricoles appartiennent au groupe d'âge 25-74 ans). En ce qui concerne la situation matrimoniale, nous constatons qu'il y a plus de mariés chez les non-bénéficiaires. Cette différence est significative à 10%. La VFS est très riche en culture, le Haalpular sont majoritaires chez les bénéficiaires de subvention (44,45 %) avec une différence significative au seuil de 5 %. De plus, le Groupe de Recherche et de Réalisation pour le Développement Rural (GRDR) révèle en 2014 que les plus importants groupes ethniques de la vallée sont : les Haalpular (Toucouleur et Peul qui forment plus de la moitié de la population), les Wolof (près de 25 %). Les Maures, résidents de l'autre bout de la rive (Mauritanie) sont

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

présents dans notre étude avec une différence significative à 1%. Cette ethnie est dominante chez les non-bénéficiaires avec un pourcentage de 16,06%.

Tableau 1 Caractéristiques Sociodémographiques des riziculteurs

Caractéristiques	Bénéficiaires	Non Bénéficiaires	Différence de test	Probabilité
Nombre d'observations	274	199		
Proportion selon le genre et la taille				
Hommes en %	95,25	97,98	0,02	0,115
Femmes en %	4,74	2,01	- 0,02	0,115
Taille du ménage	10,36	11,06	0,698	0.004***
Selon l'âge				
Âge du chef de ménage (années)	50,74	51,23	0,491	0.674
Situation Matrimoniale				
Mariés (%)	94,16	97,48	0,033	0,083*
Divorcés (%)	1,45	0,5	-0,009	0,315
Veufs (ves) (%)	0,07	0,05	-0,006	0,759
État de Santé				
Bonne-Santé	93,06	89,94	-0,031	0,224
Malade	6,93	10,05	0,311	0,224
Ethnies				
Wolof (%)	43,43	45,22	0,017	0,698
Haalpular (%)	44,45	34,67	-0,098	0,031**
Maure (%)	7,29	16,06	0,087	0,002***

\* Significatif au seuil de 10%. \*\* Significatif au seuil de 5%. \*\*\* Significatif au seuil de 1%.

**Source** : Auteur, à partir des données de la JICA 2015

#### IV.1.2 Caractéristiques socioéconomiques des riziculteurs

La description socioéconomique est un élément essentiel pour comprendre les disparités qui existent dans la vallée du fleuve Sénégal. Le tableau 2 met l'accent sur le niveau d'éducation, les sources d'eau, superficie emblavée et l'accès au crédit. Concernant l'éducation, parmi les bénéficiaires, 34,30 % sont sans éducation formelle contre 26,63 % chez les non-bénéficiaires. Cette différence est significative au seuil de 10 %. Ce résultat semble logique dans la mesure où les personnes éduquées peuvent se référer des documents sur les techniques de production agricole. Cette capacité leur permet d'accéder à l'information et de s'adapter aux nombreuses mutations technologiques, sociales et économiques de l'agriculture. Par conséquent, ils sont plus susceptibles d'adopter les nouvelles technologies que les personnes sans instruction qui s'en tiennent généralement aux pratiques traditionnelles. Tenant compte de la source d'eau, parmi les bénéficiaires de la subvention d'engrais, 6,20 % dépendent de l'eau des inondations contre 1% chez les non-bénéficiaires. La différence est significative au seuil de 1 %. Pendant la période des précipitations, le fleuve Sénégal connaît des périodes de crues entraînant l'inondation des terres Walo. Pendant la saison sèche, le niveau d'eau du fleuve baisse, facilitant la culture du riz. Au sujet de la superficie cultivée, la différence est significative au seuil de 1 %. La taille d'exploitation moyenne chez les bénéficiaires est de 1,79 ha contre 1,06 chez les non-bénéficiaires (les deux tailles d'exploitation dans les deux sous-groupes sont statistiquement égales) avec un minimum de 1 ha et de 9 ha au maximum. La taille indique que la majorité (52 %) d'entre eux, ont des superficies comprises entre 1 et 3 hectares (Ha), et plus d'un tiers (39 %) ont des superficies inférieures à 1 Ha (DASPA, 2020). À propos des crédits agricoles, 29,19 % des bénéficiaires de subvention sont des contractants au niveau de la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (CNCAS) contre 13,56 % de non bénéficiaires avec une différence de test significative à 1%. Mais aussi, les producteurs ont tendance à contracter des crédits informels au niveau des distributeurs d'engrais (24,81 % et 8,01 % respectivement chez les bénéficiaires et non bénéficiaires). La différence de test est significative au seuil de 1 %. Nous pensons que l'accès au crédit est bénéfique au riziculteur dans la mesure où ils leur permettent de se procurer de cet engrais subventionné.

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

Tableau 2 : Situation Socioéconomique des riziculteurs

<b>Caractéristiques</b>	<b>Bénéficiaires</b>	<b>Non Bénéficiaires</b>	<b>Différences</b>	<b>Probabilité</b>
Nombre d'observations	274	199	-	-
<b>Niveau d'instruction</b>				
Sans éducation formelle	34,30	26,63	-0,076	0,075*
Suivre l'alphabétisation	4,37	4,52	0,001	0,940
Primaire	20,07	19,09	-0,019	0,590
Secondaire	8,02	8,54	0,005	0,841
Universitaire	1,45	0,45	-0,009	0,315
Arabisants	25,18	31,65	0,064	0,121
Formation professionnelle et technique	0	0,50	0,005	0,241
<b>Source d'eau</b>				
Irrigation	90,50	93,46	0,029	0,249
Inondation	6,20	1,00	-0,051	0,004***
Autres Sources d'eau	1,82	4,02	0,021	0,150
<b>Taille des parcelles</b>				
Superficie cultivée en ha	1,79	1,06	-0,732	0,000***
<b>Crédit Agricole</b>				
Crédit au niveau de CNCAS (%)	29,19	13,56	-0,156	0,000***
Crédit chez Distributeurs d'intrant	24,81	8,04	-0,167	0,000***
Autres Crédits	9,12	10,55	0,014	0,605

\* Significatif au seuil de 10%. \*\* Significatif au seuil de 5%. \*\*\* Significatif au seuil de 1%.

**Source** : Auteur, à partir des données de la JICA 2015

#### IV.2 Analyse des résultats du modèle probit

Le tableau 3 montre les facteurs qui peuvent expliquer le fait de participer au programme de subvention d'engrais. Le modèle est globalement significatif au seuil de 1% (Prob > chi2 = 0,000\*\*\*). Ce qui permet d'affirmer que tous les coefficients des variables explicatives du modèle ne sont pas nuls simultanément. Le modèle est donc globalement satisfaisant.

Les variables de l'estimation probit de la première étape de la méthode de Heckman telles que : la superficie cultivée, la semence locale, et le fait avoir un crédit à la CNCAS influencent positivement la probabilité de participer au programme de subvention d'engrais. En revanche, la taille de ménage et le fait d'être instruit diminue cette proportion de participation. Nous pouvons penser que les producteurs utilisant les semences locales, étant conscients de la non-résistance de ces dernières face aux changements climatiques et leur faible rendement habituel, sont obligés de participer au programme de subvention d'engrais pour espérer une meilleure production. Cette même démarche peut être observée par rapport à la superficie cultivée. Les riziculteurs, décidant de participer au programme de subvention d'engrais, vont élargir les terres à exploiter. Ce résultat confirme les travaux de Barasa et *al.* (2019) qui stipulent qu'il existe généralement une relation positive entre la taille des exploitations et les niveaux de richesse, car les grands propriétaires terriens sont perçus comme plus riches et donc financièrement capables d'obtenir et d'utiliser davantage d'engrais subventionnés pour soutenir leurs grandes exploitations. Cependant, ces résultats contredisent ceux de Martey et *al.* (2013), après avoir constaté une relation négative entre la superficie des terres cultivées et l'adoption d'engrais, ont préconisé que les agriculteurs disposent de parcelles relativement gérables. Le fait d'avoir un crédit à la CNCAS est positivement lié à la participation de programme à la subvention d'engrais. On en déduit que la disponibilité de moyens financiers permet aux riziculteurs de se procurer de l'engrais subventionné sur le marché. La plupart des technologies modernes sont chères et, en particulier dans les zones rurales où la pauvreté est répandue, l'acquisition et l'utilisation de ces technologies sans soutien sous la forme d'un crédit abordable ou d'autres services financiers est un obstacle pour beaucoup d'agriculteurs (Bénin et *al.*, 2009). Quant à la taille du ménage, son influence sur la probabilité de participer au programme de subvention d'engrais est négative. Cette relation inverse s'explique par le fait qu'il s'agit d'un ménage de quantité, c'est-à-dire l'ensemble des membres de la famille ne s'adonne pas aux activités agricoles. S'agissant le fait d'être instruit, sa prédominance demeure négative sur la probabilité de participer au programme. Nous pouvons penser que les producteurs instruits peuvent se documenter facilement et faire des recherches afin de faire une différence entre les engrais chimiques et biologiques. Ces résultats sont en accord avec les travaux d'Alhassan et *al.* (2020) qui stipulent que cela peut également être attribué au fait que les personnes instruites peuvent ne

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

pas faire de l'agriculture leur occupation principale, elles investissent donc moins dans les exploitations en matière de fertilisation. Au contraire, (Akaranga et Makau., 2016) ont rapporté que des agriculteurs bien éduqués achetaient de grandes quantités d'engrais subventionnés.

Tableau 3 : Résultat de l'estimation de probit

Probit regression		Nombre d'observations = 473				
LR chi2(8) = 68,72						
Prob > chi2 = 0,00000						
Vraisemblance logarithmique = -287,52867				Pseudo R2 = 0,1067		
Subvention d'engrais	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Âge du chef de ménage	-0,0006	0,005	0,13	0,893	-0,0094194	0,0108104
Sexe du chef de ménage	-0,471	0,372	-1,27	0,205	-1,200775	0,2581135
Taille du ménage	-0,030	0,016	-1,81	0,070*	-0,0636116	0,0024788
Être instruits	-0,089	0,024	-3,71	0,000***	-0,1362199	-0,0420016
Être - Célibataire	0,589	0,456	1,29	0,197	-0,3059406	1,484158
Superficie cultivée	0,136	0,064	2,13	0,033**	0,0111226	0,2624569
Semence locale	0,428	0,170	2,52	0,012**	0,0950016	0,7627657
Qté engrais utilisée	0,0001	0,000	0,49	0,627	-0,0002169	0,00036
Avoir un crédit à la CNCAS	0,613	0,150	4,07	0,000***	0,3180663	0,9097101
Cons	0,735	0,461	1,59	0,111	-0,1698245	1,640816

\* Significatif au seuil de 10%. \*\* Significatif au seuil de 5%. \*\*\* Significatif au seuil de 1%.

**Source** : Auteur, à partir des données de la JICA 2015

#### IV.3 Résultats de l'estimation de la deuxième étape de la méthode d'Heckman

Le tableau 4 présente les résultats de la deuxième étape du modèle de Heckman. Ces derniers vont parler de l'impact de la subvention d'engrais sur le rendement.

Cette partie présente les résultats de la deuxième étape du modèle de Heckman pour l'estimation de l'impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz. Le coefficient de l'inverse de Mills est négatif, ce qui confirme la présence de biais de sélection que l'on soupçonné au début, et il est significatif au seuil de 5%. Ce qui nous permet de confirmer que le biais de sélection lié aux variables inobservables a été corrigé. Le coefficient de la variable subvention d'engrais est positif et significatif au seuil de 1%. En d'autres termes, la subvention d'engrais a un impact positif sur le rendement du riz et l'impact obtenu est de 1119,38 kg ha<sup>-1</sup>. L'hypothèse de recherche posée à l'entame du travail est vérifiée. Ces résultats sont en accords avec les études de Liverpool-Tasie et *al.*, (2015), d'Adedeji et *al.* (2015) de Baki et Yacouba., (2018) et de Mulupi et *al.*, (2021) qui mentionnent que l'apport ou l'impact du programme de subvention d'engrais sur la production est positif. Alors que d'autre part, ils sont contradictoires avec les travaux d'Azumah et Zakaria (2019) qui affirment que le programme de subvention des engrais est une intervention sociale importante pour les agriculteurs (en particulier dans les pays en développement) pour améliorer la productivité agricole. Les résultats des coefficients de diagnostic de la Régression de Changement Endogène (ESR) ainsi que les modèles d'effet de traitement ont montré qu'il existait une relation inverse entre le programme de subvention des engrais pendant la saison de production 2016/2017 et la production de riz.

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

Tableau 4 Résultats de l'estimation de la 2<sup>e</sup> étape du modèle d'Heckman

Nombre d'observations = 473					
F (11, 461) = 8.76					
Prob > F = 0.0000					
R -squared = 0.1730					
Adj R-squared = 0.1532					
Root MSE = 2240.1					
Rendement	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
Taille du ménage	-79,226	57,171	-1,39	0,166	-191,5749 33,12133
Sexe du chef de ménage	-1245,495	886,68	-1,40	0,161	-2987,933 496,9439
Âge du chef de ménage	-44,296	14,607	-3,03	0,003***	-73,00186 -15,59036
Être- instruits	-597,248	257.736	-2.32	0,021**	-1103,731 -90,76564
Être- Célibataire	1490.677	882.377	1.69	0.092*	-243,3038 3224,657
Superficie cultivée	681.860	326.002	2,09	0,037**	41,22464 1322,496
Semence locale	3760.37	1308.289	2.87	0.004***	1189,421 6331,318
Qté d'engrais utilisée	0,673	0,265	2,54	0,012**	0,1516132 1,195286
Avoir un crédit à la CNCAS	4129,779	1319,857	3,13	0,002***	1536,098 6723,461
Subvention d'engrais	1119,38	226,371	4,94	0.000***	674,5347 1564,229
Invmills	-8592,329	3784,472	-2,27	0,024**	-16029,28 -1155,375
Cons	12836,46	5007,122	2,56	0,011**	2996,848 22676,07

\* Significatif au seuil de 10%. \*\* Significatif au seuil de 5%. \*\*\* Significatif au seuil de 1%.

**Source** : Auteur, à partir des données de la JICA 2015

## CONCLUSION

Ce présent travail avait pour objectif principal d'évaluer l'impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz. Dans cette étude, nous avons utilisé l'une des dernières méthodes d'évaluation d'impact, à savoir la méthode de Heckman en deux étapes. Cette méthode a mis en exergue les problèmes de biais de sélection, d'endogénéité de certains exploitants rizicoles. En effet, ces politiques de savoir les subventions d'engrais ont pour but d'augmenter la productivité du riz dans la VFS afin de réduire la quantité de riz importée et de diminuer en plus les risques d'une insécurité alimentaire.

Les variables de l'estimation probit de la première étape de la méthode de Heckman telles que : la taille de ménage, le fait d'être instruit, la superficie cultivée, la semence locale et le fait d'avoir un crédit à la CNCAS sont significatives pour expliquer la décision de participer au programme de subvention d'engrais. Les résultats issus du modèle de Heckman lors de la deuxième étape pour estimer l'impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz montrent que, l'inverse du ratio de Mills utilisé par ce modèle est significatif à 5%. Cela prouve que le biais de sélection issu des variables inobservables a été corrigé. Le quotient de la variable dite subvention d'engrais est positif et significatif au seuil de 1 %. Cela veut dire que l'impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz est positif et est de 1119,382 kg ha<sup>-1</sup>. Toujours dans cette seconde étape, les variables telles que l'âge du chef de ménage, le fait d'être instruit, le fait d'être célibataire, la superficie cultivée, la Semence locale, la quantité d'engrais utilisée et le fait d'avoir un crédit à la CNCAS (crédit agricole) sont significatives pour influencer le rendement.

Cependant, plusieurs difficultés ont été notées dans la réalisation de ce travail. En effet, bien que l'étude ait donné un résultat satisfaisant, il est important de noter que la réduction de la taille d'échantillon est due principalement à un problème de données manquantes. En plus, ces données sont en coupe transversale, mais aussi, l'absence de certaines variables socioéconomiques et technologiques telles que le contact avec les services de vulgarisation, le revenu des chefs de ménages, l'expérience du chef de ménage. Elle aurait plus d'impact sur le rendement si les décisions gouvernementales prenaient en compte l'ensemble des agriculteurs.

Toutefois, si le Sénégal veut couvrir sa demande nationale et espérer faire partie des exportateurs de riz, il faudrait :

- ☞ Que les budgets de subventions soient élargis pour répondre aux demandes d'engrais des petits producteurs qui ne peuvent pas s'approvisionner sur le marché.
- ☞ Sensibiliser les riziculteurs non seulement sur les avantages de l'utilisation des engrais, mais aussi sur les inconvénients

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

- ☞ Des encouragements de l'action des institutions financières par les services publics à travers la fourniture de package de services aux riziculteurs composés en partie de moyens de production.
- ☞ Que le gouvernement surveille le travail du personnel de la Commission d'examen des subventions aux engrais. Son influence a eu un impact positif sur la quantité d'engrais subventionnés achetés par les ménages. En outre, il faut veiller à divulguer la taille réelle des terres détenues par les ménages afin de recevoir des subventions pour les engrais.
- ☞ L'amélioration des infrastructures, telles que les routes, et la réduction des distances et des coûts de transport associés sont essentiels pour que les agriculteurs adoptent avec succès les engrais subventionnés.

Néanmoins, d'autres études éventuelles sur ce thème ou bien même des thèmes qui ont un rapport avec notre sujet peuvent être traités en tenant compte de ces limites ci-citées. Il est possible de mesurer l'impact net sur le bien-être du programme de subvention des engrais dans la vallée du fleuve Sénégal. Il est également important pour les études examinant l'impact des subventions aux engrais sur les indicateurs macro-économiques du Sénégal tels que le Produit Intérieur Brut, le niveau général des prix, la pauvreté, etc.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Abadie, A.** (2003). « Semi-parametric Instrumental Variable Estimation of Treatment Response Models ». *Journal of Econometrics*, n° 2, pp. 231-263.

**Adedeji, M. A., Masphalma, H., & Ibrahim, W.** (2015). « Design and Construction of Motorized Paddy Rice Thresher ». Proceedings of 1st BRSF International Conference on Biosciences Research, 120129.

**Adékambi, S. A.** (2005). Impact de l'adoption des variétés améliorées de riz sur la scolarisation et la sante des enfants au Bénin : cas du département des Collines. Thèse pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey-Calavi (Benin) 127p.

**Akaranga, S I., & Makau B K.** (2016). « Ethical Considerations and Their Applications to Research: A Case of the University of Nairobi ». pp 3.

**Alhassan, A., Abdul-Hamid, B. M., & Gazali, I.** (2020). Fertilizer subsidy policy and smallholder farmers crop productivity: The case of maize production in North-Eastern Ghana. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, n° 2, pp.18-25.

**Aminou, A. & Diagne, A.** (2013). Impact de la production de semence riz sur le rendement et le revenu des ménages agricoles : une étude de cas du Bénin, 17p.

**ANSD** (2013). Rapport définitif du Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage. 417 p.

**ANSD** (2020). Situation économique et sociale du Sénégal 2017-2018. 17 p.

**ANSD & ONU FEMMES** (2016). Rapport sur les statistiques nationales des genres : Analyse genres des bases de données existantes. 86 p.

**Azontondé RPE** (2004). Impact économique de l'adoption des pratiques de la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) au Sud-Bénin: cas d'Ahououé (Commune de Klouékanmè) et de Banigbé (Commune d'Ifangni). Thèse pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, Bénin, 126 p.

**Azumah, S. B., & Zakaria, A.** (2019). Fertilizer Subsidy and Rice Productivity in Ghana: A Microeconomic Study. *Journal of Agricultural Studies*, 7(1), 82.

**Baki, D. & Yacouba., B.** (2018) « Effet de la subvention d'engrais sur le rendement du riz au Niger: Analyse par le modèle d'Heckman à deux étapes.». *J. Appl. Biosci.* 9 p.

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

**Banque Mondiale** (2008). *Global Economic Prospects 2008: Commodities at the Crossroads*. World Bank.

**Banque mondiale** (2008), Rapport annuel. 180 p.

**Benin, S., Mogues, T., Cudjoe, G., & Randriamamonjy, J.** (2009). « Public expenditures and agricultural productivity growth in Ghana ». Contributed Paper for International Association of Agricultural Economists in Beijing 2009.

**Barasa, A. W., Barasa, J., Odwori, P. O., Malaba, K. K., & Yego, H.** (2019). « Factors Influencing Subsidized Fertilizer Access and Use Intensity on Small Holder Farmers in Trans Nzoia County ». *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 3(4). pp. 275–279.

**Chirwa, T. G.** (2010). « Program evaluation of agricultural input subsidies in Malawi using treatment effects »: Methods and practicability based on propensity scores. (21236).

**DASPA** (2020). « Rapport de la phase 1 de l'Enquête Agricole Annuelle (EAA) » 2019-2020. 68 p.

**Département de l'agriculture et de l'agro-industrie** (2007). « Cadre pour la mise en place d'un mécanisme africain de financement du développement de l'engrais ». 37 p.

**Diop O. Fofana M.B., & Fall A.A.** (2008) : « caractérisation et typologie des exploitations agricoles du Sénégal, tome 1, vallée du fleuve Sénégal », ISRA 2008, études et documents, vol 8, n° 1, p. 3

**DPEE** (2016), « Note d'Analyse des Conjoncture Economique ». 50 p.

**Duflo, E. Kremer, M. & Robinson, J.** (2008). « How High Are Rates of Return to Fertilizer? Evidence from Field Experiments in Kenya ». *American Economic Review*, 98(2):482-88.

**Ekou Nuama** (2010). « L'efficacité technique des riziculteurs ivoiriens : la vulgarisation en question », *Économie rurale*, 316 | 2010, 36-47.

**Fall, A. A.** (2005). « Impact Economique de la Recherche Rizicole au Sénégal et en Mauritanie » in : *Revue Agronomie Africaine*, CORAF, Numéro Spécial (5), ISSN n°1015-2288, décembre (2005), pp. 53-6.

**Fall, A.A., Fall, C.A.K., Gningue, R.D., Ndir, B., & Ndour, M.** (2010). « Etude sur les critères de qualité et les modes de consommation du riz au Sénégal », Rapport de recherches FNRAA. Octobre, 78 p.

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

**Fall, A.A.** (2015). « Synthèse sur l'état des lieux chaîne de valeur riz au Sénégal ». Rapport final. 55 p.

**Fall, A.A.** (2016). « Synthèse sur l'état des lieux chaîne de valeur riz en Afrique de l'ouest : Benin, Burkina Faso, Mali, Niger et Sénégal. Rapport final ». 83 p.

**FAO & USDA.** (2020). « State of food security and nutrition in the world 2020 ». Rome, Italy: FAO.

**Gerber, A** (2016). « Short-Term Success versus Long-Term Failure: A Simulation-Based Approach for Understanding the Potential of Zambia's Fertilizer Subsidy Program in Enhancing Maize Availability ». *Sustainability* 8, no 10

**Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., & Vermeersch, C. M. J.** (2011). « *L'évaluation d'impact en pratique* ». The World Bank.

**Gine, X., Patel, S. Cuellar-Martinez, C. McCoy, S. & Lauren, R.** (2015). « Enhancing Food Production and Food Security through Improved Inputs: An Evaluation of Tanzania's National Agricultural Input Voucher Scheme with a Focus on Gender Impacts. 3<sup>ie</sup> Impact Evaluation Report 23. New Delhi: International Initiative for Impact Evaluation

**Gueye A.A.**, (2004). « Etude bibliographique sur la filière riz au Sénégal ». Rapport final. Document préparé à l'occasion de l'atelier régional du Projet de Renforcement de l'Information des Acteurs des Filières Rizicoles en matière de marchés et politiques (PRIAF-RIZ), Bamako, 10 au 14 mai. 71 p.

**GRDR** (2014). « Monographie Vallée du Fleuve Sénégal »- Version Finale

**Heckman, J.** (1979). « Sample selection bias as a specification error ». *Economica*, Vol. 47, N(1).

**Heisey, P. W., & Norton, G.** (2007). « Fertilizers and Other Farm Chemicals ». In *Handbook of agricultural economics*. Vol. 3, Agricultural development: Farmers, farm production and farm markets. Eds. Robert E. Evenson and Prabhu L. Pingali. Amsterdam: Elsevier North Holland.

**IPAR** (2015). « L'état de l'agriculture et du monde rural au Sénégal. Rapport annuel ». 40 p.

**Karkie, L. B., & Bauer, S.** (2004). « Technology Adoption and Household Food Security. Analyzing factors determining technology adoption and impact of project intervention »: A case of smallholder peasants in Nepal. In *Conference Paper in the Deutscher Tropentag Held* pp.5 –7.

- Krupnik T. J., Shennan C., Settle W. H., Demont M., Ndiaye A. B., & Rodenburg J.** (2012). « Improving irrigated rice production in the Senegal River Valley through experimental learning and innovation ». *Agricultural Systems*, n° 109, pp. 101-112
- Liverpool-Tasie, L. S., Sanou, A. & Mazvimavi, K.** (2015). « How profitable is sustainable intensification? The case of fertilizer microdosing in Niger ». *Selected Paper prepared for presentation at the 2015 Agricultural & Applied Economics Association and Western Agricultural Economics Association Annual Meeting*, 26-28.
- Martey, E., Wiredu, A. N., Etwire, P. M., Fosu, M., Buah, S. S. J., Bidzakin, J., & Kusi, F.** (2013). « Fertilizer adoption and use intensity among smallholder farmers in Northern Ghana: A case study of the AGRA soil health project ». *Sustainable Agriculture Research*, n° 1, 24.
- MAER**, (2014). « Programme d'Accélération de la Cadence de l'agriculture Sénégalaise ». Dakar.
- MEN** (2018). « Rapport National sur la Situation de l'Education ». 181p.
- Minten, B. Randrianarisoa, C. & Zeller, M.** (2015). « Niveau, Evolution, et Facteurs Déterminants des Rendements du Riz à Madagascar: Une Interprétation Basée sur des Données Communautaires ». 29 p.
- Mohamed, K. S., & Temu, A. E.** (2008). « Access to credit and its effect on the adoption of agricultural technologies: the case of Zanzibar ». *African Review of Money Finance and Banking*, 45–89.
- Morris, M., Kelly, V., Kopicki, R., & Byerlee, D.,** (2007). « Fertilizer Use in African Agriculture: Lessons Learned and Good Practice Guidelines ». Washington, D.C.: World Bank
- Mulupi, D. K., P. B, M., & Sibiko, K. W.** (2021). « Subsidized Fertilizer Utilization and Determinants among Small-scale Maize Farmers in Kakamega County, Kenya ». *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, n° 11, pp.614-622.
- Ndiaye, M., & Niang, M.** (2010). « Rapport final de l'étude sur la transmission des fluctuations et le calcul des prix de parité à l'importation/exportation dans la sous-région »: Cas pratique du senegal. 50 p.
- Ndiaye, P. M. Bodian, A. Diop, S.B** (2022) « Paradoxe d'évaporation dans la vallée du fleuve Sénégal », *Physio-Géo* [En ligne], Volume 17 | 2022,
- Nguyen, X., Kokutse, N., Duchesne, S., Toumbou, B., & Villeneuve, J.-P.** (2018). « Modélisation des rizières irriguées et intégration dans hydrotel » : application au bassin versant

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

de la rivière Cau au Vietnam. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 31(3), 217–233.

**Nuama, E.** « L'efficacité technique des riziculteurs ivoiriens : la vulgarisation en question ». *Économie rurale*, n° 316 pp.36-47

**Ollabode, N., Tovihoudji, P. G., Labiyi, A. I., Aihounton, G. B., Adimi, O. G. & Yabi, J. A.** (2017). *Déterminants du rendement de soja dans la commune de N'Dali*. 9.

**PAM** (2017) Genre, Marchés et Organisations Agricoles du Sénégal, VAM Etude Genre et Marché 2016-2017. VAM, WPF, Dakar.

**Paudel, J., & Crago, C. L.** (2017). « Fertilizer Subsidy and Agricultural Productivity: Empirical Evidence from Nepal, » Annual Meeting, July 30-August 1, Chicago, Illinois 258464, *Agricultural and Applied Economics Association*.

**Peterson, T.C., Golubev V.S., & Groisman, P.Y.** (1995). « Evaporation losing its strength. Nature », vol. 377, n° 6551, p. 687-688.

**Ricker-Gilbert, J., & Jayne, T.** (2011). « What Are the Enduring Effects of Fertilizer Subsidy Programs on Recipient Farm Households? Evidence from Malawi ». *Department of Agricultural, Food and Resource Economics*, Michigan State University.

**Sabo, I., Siri, A., & Zerbo, A.** (2010). « Analyse de l'impact des subventions de fertilisants chimiques de céréales au Burkina Faso : MEGC micro-simulé », série de travail : Programme des Nations Unies pour le Développement.

**Seck, A.** (2016). « Fertilizer Subsidy and Agricultural Productivity in Senegal ». *AGRODEP Working Paper 0024*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.

**Seck P.A., Tollens, E., Marco C.S. W., Diagne, A., & Bamba, I.** (2010). « Rising trends and variability of rice prices: Threats and opportunities for sub-Saharan Africa. », 35(5), 403–411.

**Shaikh, S. A., Hongbing, O., Khan, K., & Ahmed, M.** (2016). « Determinants of Rice Productivity »: An Analysis of Jaffarabad District –Balochistan (Pakistan). *European Scientific Journal*, ESJ, 12(13), 41.

**Snapp, S.S., & Fisher, M.** (2015). « Filling the Maize Basket' Supports Crop Diversity and Quality of Household Diet in Malawi ». *Food Security*, 7:83-96.

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

**Traoré, B., & Dabo, K.** (2012). « Interactions population-production agricole au Sahel et en Afrique de l'Ouest: Constat d'un déséquilibre et proposition pour des perspectives meilleurs ». Etude et recherche Sahéliennes n° 16, Institut du Sahel.

## TABLE DE MATIERE

DEDICACE : .....	
REMERCIEMENTS .....	ii
SOMMAIRE.....	iii
LISTE DES FIGURES .....	iv
LISTE DES TABLEAUX .....	v
SIGLES ET ABREVIATIONS .....	vi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE.....	3
I.1 Définition des concepts .....	3
I.1.1 Impact et évaluation d'impact.....	3
I.1.2 Subvention d'engrais .....	3
I.1.3 Rendement .....	4
I.2 Revue de la littérature.....	4
I.2.1 Les déterminants de l'adoption de l'engrais subventionné.....	4
I.2.2 Synthèse des travaux empiriques sur l'impact de la subvention d'engrais sur le rendement.....	5
I.2.3 Les déterminants du rendement .....	6
CHAPITRE II : SUBVENTION D'ENGRAIS ET FILIERE RIZ.....	8
II.1 Subvention d'engrais.....	8
II.1.1 Historique de la subvention d'engrais .....	8
II.1.2 Utilisation d'engrais .....	9
II.2 La filière riz.....	11
II.2.1 La production du riz par zone au Sénégal .....	11
II.2.2 L'importation du riz.....	12
II.2.3 Commercialisation et Consommation du riz .....	13
II.2.4 Place de la filière dans l'économie .....	15
CHAPITRE III : METHODOLOGIE.....	17

*Impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal :  
Méthode de Heckman en deux étapes*

III.1 Présentation de la zone d'étude.....	17
III. 2 Sources des données et technique de sondage .....	19
III.3 Méthode de l'évaluation d'impact .....	19
III.3.1 Principe de base d'évaluation d'impact.....	19
III.3.2 La méthode de Heckman en deux étapes .....	21
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION .....	26
IV.1 Analyse descriptive des riziculteurs .....	26
IV.1.1 Caractéristiques sociodémographiques des producteurs de riz.....	26
IV.1.2 Caractéristiques socioéconomiques des riziculteurs .....	28
IV.2 Analyse des résultats du modèle probit .....	30
IV.3 Résultats de l'estimation de la deuxième étape de la méthode d'Heckman.....	32
CONCLUSION .....	34
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	36
TABLE DE MATIÈRES .....	42
<b>RÉSUMÉ :</b> .....	44
<b>ABSTRACT</b> .....	44

## **RÉSUMÉ :**

Le présent travail évalue l'impact de la subvention d'engrais sur le rendement du riz dans la vallée du fleuve Sénégal. La méthode de Heckman en deux étapes (1979) a été adoptée pour prendre en compte les effets des facteurs inobservables. Les données utilisées sont de JICA et de l'ISRA collectées lors de la campagne 2013/2014 avec une taille d'échantillon de 473 ménages. Les variables telles que : la taille de ménage, le fait d'être instruit, la superficie cultivée, la semence locale et le fait d'avoir un crédit à la CNCAS sont significatives pour expliquer la décision de participer au programme de subvention d'engrais. Les résultats montrent que la subvention d'engrais agit positivement et significativement sur le rendement du riz de 1119,38 kg.ha<sup>-1</sup>. Ainsi, la subvention d'engrais demeure un outil efficace pour augmenter la production du riz.

**Mots clés : Impact, Subvention Engrais, Rendement, Riz, VFS**

## **ABSTRACT**

The present work evaluates the impact of fertilizer subsidy on rice yield in the Senegal River valley. The two-stage Heckman method (1979) was adopted to take into account the effects of unobservable factors. The data used are from JICA and ISRA collected during the 2013/2014 season, with a sample size of 473 households. Variables such as: household size, being educated, area cultivated, local seed and having a credit at CNCAS are significant in explaining the decision to participate in the fertilizer subsidy program. The results show that the fertilizer subsidy has a positive and significant effect on rice yield of 1119.38 kg.ha<sup>-1</sup>. Thus, the fertilizer subsidy remains an effective tool for increasing rice production.

**Keywords: Impact, Fertilizer Subsidy, Yield, Rice, VFS**