

Analyse de l'efficacité technique des exploitations agricoles familiales à Maurice : une application de la méthode **Data Envelopment Analysis (DEA)**.

Malick NDIAYE

Ecole doctorale: Sciences de l'Homme et de la Société (SHS), Laboratoire de Recherches en Economie de Saint-Louis (LARES), Université Gaston Berger, Saint-Louis, BP 234, Sénégal.

Résumé – La présente étude est entreprise pour déterminer l'efficacité technique des exploitations agricoles familiales et identifier les facteurs qui déterminent leur productivité. Au total, 200 agriculteurs sont sélectionnés au hasard et interrogés à l'aide d'un questionnaire structuré pour obtenir des données relatives à la production agricole, à l'utilisation des intrants au cours de l'année 2014. La technique d'analyse par enveloppement de données (DEA) est utilisée pour déterminer les niveaux d'efficacité technique de ces exploitations. En outre, un modèle de régression *Tobit* est appliqué pour identifier les facteurs influençant l'efficacité technique des exploitations dans la production agricole. L'efficacité technique moyenne est estimée à 72,6% indiquant qu'il y avait un niveau substantiel d'inefficacité technique des producteurs de l'échantillon. Les résultats montrent que la productivité est significativement influencée par le sexe du chef d'exploitation, la superficie cultivée et le travail de salaire. Il est donc recommandé d'entreprendre une politique d'amélioration de l'éducation formelle des producteurs, de renforcement des capacités de leurs organisations et d'accès aux terres et aux intrants.

Mots clés : Efficacité technique, exploitations agricoles familiales, DEA, régression Tobit, Maurice

~~Analysis of **the technical efficacy of family farm technical efficiency in Mauritius :-using Data Envelopment Analysis (DEA) approach.**~~

~~Abstract - **Analysis of family farm technical efficiency in Mauritius :- using Data Envelopment Analysis (DEA) approach.**~~

This study ~~is-was~~ undertaken to determine the technical efficiency of family farms and to identify the factors which determines their productivity. All in all, 200 farmers ~~are-were~~ selected at randomly selected and interviewed using a structured questionnaire to obtain data on agricultural production and input use during 2014. The Data Envelopment Analysis (DEA) technique ~~is-was~~ used to determine the levels of technical efficiency of such enterprises. Besides, a Tobit regression model ~~is-was~~ applied to identify the factors influencing the technical efficiency of farmers in agricultural production. The average

Commented [RD1]: Ceci peut apparaitre dans la méthode.

Commented [RD2]: L'adresse Email de votre Affiliation

Commented [RD3]: Le Résumé est bien écrit mais manque plus de données sur les résultats obtenus. Expliquer aussi un peu pourquoi le choix de la technique DEA

Formatted: Font: Italic

Commented [RD4]: Ceci n'est pas clair du tout REVOIR !

Commented [RD5]: Mettre la probabilité

Commented [RD6]: C'est- à-dire ?

Commented [RD7]: Réviser les mots clés et éviter déjà les mots dans le titre

Commented [RD8]: Définir

technical efficiency is estimated at 72.6% indicating ~~that there was a~~ substantial level of technical inefficiency of the sampled producers.- The results showed that productivity is significantly influenced by the sex of the farmer, the area ~~lunder of cultivated land ion~~ and the wage ~~of~~ labor. It is therefore recommended to undertake a policy ~~to~~ improve ~~ing~~ the formal education of producers, ~~to build ing the~~ capacity of their organizations and ~~facilitate to them~~ access to land and inputs.

Keywords: Technical efficiency, family farms, DEA, Tobit regression, Mauritius

Commented [RD9]: Revise as above

1. Introduction

L'agriculture a été historiquement l'un des piliers de l'économie ~~ma~~Mauricienne, particulièrement dominée par la culture de la canne à sucre. ~~References ?~~ Actuellement, l'agriculture ~~Mauricienne se tourne~~ de plus en plus vers la ~~se~~ diversification agricole avec la ~~production de spéculations comme:~~ les cultures vivrières, le tabac et le thé. ~~References ?~~ Maurice, comme beaucoup de pays en développement, est confronté à des difficultés d'approvisionnement ~~en intrants de base~~ et ~~des problèmes de~~ la sécurité alimentaire avec la récente explosion des prix alimentaires. Ces problèmes devraient persister en raison de certains changements structurels dans le système alimentaire mondial (Statistics Mauritius, 2014). En effet, ~~le secteur agricole contribue à 30% à la demande alimentaire (MAIF, 2008)~~ et emploie près de 4% de la population qui ont des ressources limitées (terre, main d'œuvre familiale, intrants, ~~References ?~~). Ce secteur implique environ 13 000 petits producteurs cultivant 0,25 à 2,5 hectares en moyenne (~~MAFTNR, 2008~~). Par conséquent, le pays importe 70% des besoins nets de produits alimentaires (consommation directe / matières premières pour l'agro-industrie) de la population (MAIF, 2008). En outre, sa contribution au produit intérieur brut (PIB) du pays a diminué au fil des ans : 3,5% en 2012, 3,3% en 2013 (Statistics Mauritius, 2013) et 3,2% en 2014 (~~BM, 2014~~). Dans ces contextes de ressources limitées, il est primordial de promouvoir une agriculture efficace, c'est-à-dire, utiliser moins de ressources pour produire davantage. Cela a motivé beaucoup de recherches ces dernières années ~~sur~~ l'ampleur et les sources à l'origine des écarts d'efficacité dans l'agriculture paysanne (Alene *et al.* 2006). La mesure de l'efficacité a été un domaine de recherche populaire depuis la publication de son article en 1957 (Farrell, 1957). Farrell ~~(?)~~ a développé le concept d'efficacité technique basé sur les relations entre les intrants et les extrants. Depuis, de nombreuses recherches se sont concentrées sur l'efficacité technique des exploitations agricoles. ~~Ces travaux déterminent les facteurs qui~~

Formatted: Highlight

Commented [RD10]: Citez-les ?

Commented [RD11]: Ou Iles Maurice ?

Commented [RD12]: Actualiser ces données. Nous sommes en 2018

Commented [RD13]: Idem !

Commented [RD14]: Est- ce le vrai sigle

Commented [RD15]: Année ?

influencent l'efficacité technique des producteurs dans plusieurs localités en utilisant le modèle DEA suivi d'une analyse de régression : Chavas *et al.* (2005) en Gambie; Abatania *et al.* (2012) au nord du Ghana ; Dhehibi *et al.* (2014) dans les deux gouvernorats de la Palestine. Un certain nombre d'études ont également été menées sur l'efficacité technique de la production de certaines filières agricoles : Coelli *et al.* (2002) pour la production du riz au Bangladesh ; Rios et Shively (2005) pour la production de café au Vietnam ; Padilla-Fernandez et Nuthall (2009) pour la production de canne à sucre au Philippines ; Chiona (2011) pour la production de maïs en Zambie et -Clemente *et al.* (2015) pour la production d'agrumes au Brésil. D'où l'intérêt de cet article qui aborde la problématique de l'analyse de l'efficacité des producteurs et de la production dans l'agriculture mauricienne. Cette analyse est importante dans le contexte de la promotion des programmes et projets de développement agricole et de la contribution de l'agriculture à l'économie nationale Mauricienne.

Le but de cette étude est d'étudier l'efficacité technique dans les exploitations agricoles familiales de ?? à Maurice. Ceci est réalisé en estimant leur efficacité technique et en établissant les facteurs qui influencent cette efficacité. L'efficacité technique est estimée dans un cadre d'analyse d'enveloppe de données (DEA) pour différencier les agriculteurs efficaces des agriculteurs inefficaces. Cette étude contribuerait à la littérature sur le débat politique sur la question de savoir si l'inefficacité technique est l'une des principales causes de la faible productivité dans l'agriculture. En considérant toutes les grandes cultures produites par les exploitations familiales, l'analyse fournit des informations pertinentes pour des décisions politiques éclairées en rapport avec le développement agricole. Il comprend également les facteurs qui influent sur l'efficacité technique de la production agricole.

Cet article se présente de manière suivante : la première section présente les travaux faits sur l'efficacité technique ; la deuxième aborde les aspects méthodologiques de l'efficacité ; la troisième examine les résultats de l'analyse.

2. Littérature empirique sur l'efficacité technique des systèmes de production agricoles

Diverses études se sont intéressées sur l'efficacité technique en utilisant la méthode DEA (*Data Envelopment Analysis*, Références ?) ou la méthode de frontière stochastique (*Stochastic frontier models*, Références ?). Elles admettent les uns après les autres que l'âge, le sexe, l'expérience, l'appartenance à une organisation, la main d'œuvre, accès aux crédits, et la taille de l'exploitation et de la superficie cultivée sont les facteurs socioéconomiques qui déterminent l'efficacité techniques des producteurs. Références ?.

Commented [RD16]: Il faut citer ces facteurs directement et citer entre parenthèses les auteurs.

Commented [RD17]: Oui bien écrit. Il faudra vous inspirer de ce paragraphe pour le haut

Commented [RD18]: Nom de la localité

Commented [RD19]: C'est quoi les grandes cultures ? Spécifier ?

Commented [RD20]: Quelles sont vos questions de recherches et vos hypothèses ?

Commented [RD21]: Pas nécessaire. Enlever !

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Chavas *et al.* (2005) a étudié l'efficacité des ménages agricoles en Gambie en utilisant des mesures non paramétriques. ~~Is-ont~~ Ces derniers ont utilisé une analyse économétrique basée sur le modèle *Tobit* pour identifier les facteurs explicatifs de l'efficacité technique de production. Ces auteurs trouvent que les mesures techniques du côté des ménages varient de 0,08 à 0,95 et que 85% des ménages sont- techniquement efficaces. Ils expliquent la présence d'inefficacité par les mauvaises capacités de gestion des ménages, l'inefficience du marché du travail et du crédit et la mauvaise organisation des ménages. Il résulte de leur travail que le genre de ménage, le statut de pauvreté et l'insécurité alimentaire exercent une influence significative sur l'efficacité.

Abatania *et al.* (2012) ont étudié l'efficacité technique de 189 exploitations agricoles dans le nord du Ghana en utilisant la méthode DEA. Ils trouvent un score d'efficacité technique moyen de 77,26%. Ce qui implique que, en moyenne, les exploitations agricoles pourraient réduire leurs intrants agricoles de 22,74% tout en produisant le niveau de production actuel. Ils montrent que le sexe et l'âge du chef de ménage, la main-d'œuvre salariée, la localisation géographique des exploitations affectent de manière significative l'efficacité technique.

S'inscrivent dans cette logique les travaux de Dhehibi *et al.* (2014). Ces auteurs ont analysé l'efficacité technique –et les déterminants de la production agricole des exploitations en Palestine. L'analyse s'est portée sur un échantillon de 100 exploitations pluviales. Une frontière de production stochastique de Cobb-Douglas a été utilisée pour fournir des estimations de l'efficacité axées sur les intrants. Il en résulte de cette étude qu'en moyenne que, les exploitations de l'échantillon peuvent potentiellement augmenter leur productivité de 28% grâce à une utilisation plus efficace des intrants. Ils estiment que le niveau d'éducation des agriculteurs, leur expérience, l'accès au crédit et aux services de vulgarisation, et l'appartenance à une coopérative sont les principaux déterminants de l'efficacité technique.

En outre, Bhatt *et Bhat* (2014) ont étudié le lien entre la taille des exploitations et l'efficacité technique des producteurs –dans le district Pulwama de Jammu-et-Cachemire en Inde. L'approche non paramétrique a été choisie. La méthode DEA a été utilisée pour évaluer les scores d'efficacité technique des 461 producteurs enquêtés. L'étude montre que les grandes exploitations tendent à avoir un revenu agricole net plus élevé par acre et sont techniquement efficaces comparativement aux autres catégories de petites exploitations. Ils constatent que l'occupation, l'expérience, l'adhésion à une organisation du chef de ménage, la taille du ménage, la taille de la superficie cultivée, et le type de semence sont des déterminants importants qui influencent les écarts entre la taille des exploitations et l'efficacité technique des producteurs.

Formatted: Font: Italic

Commented [RD22]: Revoir !

Commented [RD23]: Ecrire les scores en utilisant les fractions et non pourcentage comme fait plus haut. Etre uniforme dans tout le document 77,26=0,77

Commented [RD24]: Une étude similaire et récente a été faite au Bénin où une efficacité technique de 0,95 pour le maïs et 0,99 pour le coton a été déterminé dans des exploitations familiales d'agro-éleveurs peuls. Vous pourriez également la consulter cette référence récente et la citer :
Diogo RVC, Agandan EMM, Nouatin GS, Djedje M. (2017). Modes de gestion de la fertilité des sols des agro-éleveurs peuls au Nord-Ouest Bénin : implications pour la sécurité alimentaire. *Annales de l'Université de Parakou, Sciences Naturelles et Agronomie* 1:74-81.

D'autres études empiriques ont été menées sur la production agricole de certaines cultures pour quantifier exactement le niveau d'efficacité atteint par les producteurs dans plusieurs pays.

Dans ce sens, les déterminants de l'efficacité technique de la production végétale ont été étudiés par Rahman et Umar (2009) dans la zone de Lafia de l'état de Nasarawa au Nigeria. Une technique d'échantillonnage aléatoire à double étape a été utilisée pour sélectionner 100 cultivateurs à partir desquels des données d'entrées-sorties ont été recueillies en 2005. L'efficacité technique de la production agricole varie de 32,7% à 89,4% avec une moyenne de 69,6%. Ils trouvent que l'âge, le sexe, l'état matrimonial, la taille du ménage, d'autres professions et la propriété foncière sont les déterminants significatifs qui expliquent les variations observées dans l'efficacité technique.

Au Bangladesh, Coelli *et al.* (2002) ont mesuré l'efficacité technique, allocative et à l'échelle de la culture du riz. Ils trouvent des scores d'efficacité technique, allocative, -de coût et de production de riz à la saison sèche de 0,694 ; 0,813 ; 0,562 et 0,949 respectivement. Les estimations de l'efficacité pour le riz de saison humide étaient similaires mais quelques points inférieures aux estimations de la saison sèche. Les auteurs concluent que les familles nombreuses sont susceptibles d'être plus inefficaces que les agriculteurs qui ont un meilleur accès aux marchés d'intrants. Par contre, les agriculteurs qui font moins de travail agricole ont tendance à être plus efficaces.

L'efficacité technique du système riz-blé a aussi été étudiée par Javed *et al.* (2010) à Punjab au Pakistan. Ils appliquent les modèles DEA et Tobit pour évaluer respectivement les scores d'efficacité technique et leurs déterminants. Ils constatent que l'efficacité technique était faible, avec une moyenne de 32%. Selon ces auteurs, les intrants pourraient être réduits de 17% sans réduire le niveau de production avec la technologie existante si les agriculteurs opéraient en plein rendement. Ils trouvent également que les années de scolarité, le nombre de contacts avec l'agent de vulgarisation et l'accès aux crédits influencent négativement l'efficacité technique, alors que la taille des exploitations, l'âge des exploitants agricoles et les distances des marchés l'affectent positivement.

Les mesures de taille et d'efficacité de l'exploitation pour le café au Vietnam ont été étudiées par Rios et Shively (2005) en utilisant une approche en deux étapes : un modèle DEA suivi d'une analyse de régression. Ils constatent que, en moyenne, les grandes exploitations sont plus efficaces sur le plan technique et économique que les petites exploitations. Ils estiment l'efficacité technique moyenne et la rentabilité des grandes exploitations à 0,89 et 0,58 respectivement. Les valeurs correspondantes pour les petites exploitations s'élèvent à 0,82 et

Commented [RD25]: Dites ici seulement l'essentiel de leur résultat

Formatted: Highlight

0,42 respectivement. Ils concluent que la longueur du tuyau d'irrigation et l'enseignement supérieur réduisent l'efficacité dans les petites exploitations.

Padilla-Fernandez et Nuthall (2009) ont étudié l'efficacité des exploitations de canne à sucre au Central Negros Area, Philippines. Ils ont utilisé la méthode en deux étapes qui consiste à évaluer d'abord les scores d'efficacité par le modèle DEA, suivi d'une analyse de régression (par le modèle Tobit) pour déterminer les facteurs qui influencent ces scores d'efficacité. Il ressort de leurs résultats que près de 81% des ménages étudiés étaient inefficaces. Ils trouvent en effet un score d'efficacité technique moyen de 78%, et donc les 22% de marges d'amélioration (inefficacité technique) expliquent les pertes enregistrées dans les exploitations. Ils concluent que les différences d'utilisation des intrants entre les exploitations techniquement efficaces et ceux techniquement inefficaces étaient très importantes en termes de superficie, de semences et d'intrants de main-d'œuvre. Il n'y avait pas de différence significative dans l'utilisation des engrais et des intrants.

Dans cette même logique, les niveaux d'efficacité technique et allocative des petits producteurs de maïs en Zambie ont été estimés par Chiona (2011) en appliquant l'approche DEA. Une équation de régression MCO a été utilisée pour identifier les facteurs associés à l'efficacité. L'auteur trouve un score d'efficacité technique moyen de 23% et un niveau d'efficacité allocative de 27%. Il conclut que seulement 15% de la population échantillonnée était techniquement efficace et seulement 12% étaient entièrement efficaces en fonction de l'allocation. Selon l'auteur, les méthodes de labour mécanisé, l'utilisation d'engrais et de semences certifiées, l'éducation formelle des chefs de ménage et la participation à des activités agricoles sont corrélées positivement avec l'efficacité technique. Cependant, la taille du ménage, l'utilisation du tirant d'eau pour le labourage et la taille de la famille influencent négativement l'efficacité technique.

Dans l'état de Sao Paulo au Brésil, Clemente *et al.* (2015) ont analysé l'efficacité technique des producteurs d'agrumes en 2009 et 2010. Ils ont appliqué une approche en deux étapes : la méthode DEA non paramétriques pour calculer les niveaux d'efficacité technique suivi d'une approche économétrique pour établir les déterminants de l'efficacité technique. Ils montrent qu'une grande partie des producteurs d'agrumes est inefficace et la « formation » et l'expérience » sont les variables qui contribuent le plus à accroître l'efficacité technique des producteurs de cette zone.

Par ailleurs, en couplant un modèle DEA et une méthode de régression par les MCO pour analyser leurs données, Yusuf et Malomo (2009) ont estimé l'efficacité technique de la production de volaille dans l'État d'Ogun au Nigéria. Ils montrent que les grandes exploitations

étaient plus efficaces avec un score d'efficacité de 0,89 suivi par les exploitations moyennes avec 0,87 et enfin la taille des petites exploitations avec 0,86. Les années d'expérience agricole ont eu une incidence positive sur l'efficacité, tandis que la taille du ménage a eu une efficacité négative. Egalement, Heidari *et al.* (2011) ont déterminé l'efficacité économique de l'utilisation des ressources dans les fermes de production de poulets de chair en utilisant la méthode DEA. La méthode d'échantillonnage en plusieurs étapes est appliquée pour recueillir des données auprès d'un échantillon de 44 agriculteurs. Les valeurs moyennes des rendements techniques et des rendements des agriculteurs ont été de 0,92 et 0,93 respectivement. Ils concluent qu'environ 10% du total des ressources d'intrants pourraient être économisés si les agriculteurs utilisent leurs intrants de manière efficiente.

Les agriculteurs doivent donc utiliser les ressources disponibles de manière intensive et rationnelle afin de produire un meilleur rendement et d'être plus efficaces techniquement (Osawe *et al.*, 2008). Pour atteindre cet objectif, certains auteurs suggèrent l'amélioration de l'éducation formelle, l'utilisation de semences certifiées et le renforcement des services de vulgarisation et étendre leurs réseaux. D'autres recommandent d'encourager des politiques de redistribution des terres, d'offre d'engrais à un taux subventionné et de renforcement des capacités et les compétences de gestion des agriculteurs.

Commented [RD26]: Resumer les études citées ici

3. Méthodologie

3-1. Zone d'étude

La République de Maurice est un pays insulaire dans l'océan Indien, à 950 km à l'Est de Madagascar. Elle couvre une superficie totale de 2 040 km² et est constituée de l'île Maurice (communément appelé Maurice) elle-même et les îles de Rodrigues, Agalega et de l'archipel des Chagos.

Maurice couvre une superficie de 1 865 km² et compte une population estimée à 1 250 000 hts en 2014 avec un taux de croissance annuelle de 0,4% (USAID, 2015). Maurice est constitué de quatre (4) zones agro-écologiques (Est, Ouest, Nord et Sud) et administrativement subdivisé en neuf (9) districts (régions). Le Nord comprend les régions de Port Louis, Pamplemousses et Rivière du Rempart, le Sud aligne Grand Port et Savanne, l'Est englobe Moka, Flacq, et enfin l'Ouest qui est occupé par Black River et les Plaines Wilhems (*Figure 1*).

Son climat comprend deux saisons : la saison d'été chaude et pluvieuse (Novembre-Avril) et la saison d'hiver est fraîche et relativement sèche (Mai-Octobre, ~~(Mardamootoo, 2009)~~). La température annuelle moyenne de l'air est 22°C et la moyenne annuelle des précipitations de Maurice est de 2 041 mm (Le Roux, 2005). Les variations de températures et de précipitations d'une région à l'autre permettent les subdivisions de l'île en zones subhumide, humide et super humide. La zone subhumide est limitée à basse altitude sur la côte ouest et les plaines du nord où la pluviométrie totale est inférieure à 1250 mm. La région humide se produit à des altitudes intermédiaires sur les côtes occidentales et septentrionales avec des précipitations entre 1250 mm et 2000 mm, et sur les plaines de la côte orientale, où la pluviométrie est inférieure à 2500 mm. La région super humide situe au-dessus de 450 m sur la côte ouest et au-dessus de 400 m sur la côte Est, où les précipitations dépassent 2000 mm.

Les sols sont presque exclusivement développés à partir de roches volcaniques basiques, principalement des laves basaltiques olivine, d'âges très différents ~~(Références ?)~~. Les sols importants pour l'agriculture de cette région sont subdivisés en deux groupes principaux : les sols maturité sols ou latosols ferrallitiques et les sols latosolic immatures (Kamminga, 2008); (Mardamootoo, 2009).

Les ressources en eau renouvelables sont estimées à 2,751 km³ / an et celui des ressources en eau exploitables sont estimées à 1,083 km³ / an. Le retrait total de l'eau est estimé à 725 millions de m³/an (2003), dont 491 214 m³ sont destinés à l'agriculture (FAO, 2005).

L'agriculture occupe 9% dans l'agriculture de la population active (USAID, 2015) et sa part dans le PIB, qui était de 3,3% en 2013 (Statistics Mauritius, 2013), est passée à 3,5% en 2014 (BM, 2014). Les superficies cultivées sont de 106 000 ha, soit 52% de la superficie totale de Maurice, dont les terres arables couvrent 100 000 ha et les cultures permanentes 6 000 ha (UNFCCC, 2005). La zone dispose d'écosystèmes relativement variés lui conférant des potentialités agricoles importants. L'essentiel de la production agricole concerne : la canne à sucre, le thé, le tabac et les cultures vivrières qui comprend : les haricots et pois, les patates, le maïs, l'arachide, l'oignon la tomate et les fruits et légumes.

La région est très propice à l'agriculture, mais le développement de cette dernière a été entravé par le climat sec et le manque d'installations d'irrigation. L'extension du réseau d'irrigation permet non seulement de booster la productivité mais aussi de stabiliser la production et rend les activités agricoles moins risqué notamment avec le changement climatique.

Commented [RD27]: Enlever la parenthèse de devant



Figure 1 : Présentation géographique de Maurice

3-2. Echantillonnage et Définition des variables

Notre échantillon porte de manière aléatoire sur 200 exploitations agricoles familiales à Maurice. Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire réalisé par le logiciel Sphinx.

Commented [RD28]: Oui mais Faites une bonne description ou caractériser d'abord les 200 exploitations agricoles choisies. Qui en sont les acteurs que produisent-ils ? Pour quelles fins ?

Les données utilisées sont relatives à la production agricole et aux moyens de production agricole dans la zone concernée. Nous avons retenu pour cette étude 4 variables soit 1 output et 3 inputs. il s'agit de

L'output-production : il est mesuré par la production et exprimé en kilogrammes

- L'input-surfaces cultivées : les superficies cultivées sont exprimées en hectare ;

- L'input-main d'œuvre : la main d'œuvre est approximée par la population active dans l'agriculture. Cet input est exprimé en homme/jour

- L'input-consommations intermédiaires : elles constituent la quantité d'engrais chimique ou organique appliqué exprimée en kg par hectare.

3-3. Présentation du modèle empirique

Dans cette étude, l'efficacité technique des producteurs-exploitations agricoles est mesurée par la méthode d'analyse par enveloppement- de données (Data envelopment analysis- (DEA)). Cette méthode est une approche non paramétrique basée sur l'utilisation des techniques de programmation linéaire pour mesurer l'efficacité et / ou l'inefficacité technique. Il construit une frontière par morceaux linéaires à partir des données observées, donc il ne nécessite aucune hypothèse sur la forme fonctionnelle et la répartition des termes d'erreur. Les ensembles de sortie et d'entrée définissent les frontières de possibilité de production contre lesquelles les performances techniques des activités de production peuvent être mesurées. Selon Coelli *et al.* (1998), il est nécessaire de sélectionner l'orientation à partir du modèle DEA orienté vers les entrées (inputs) ou du modèle DEA orienté vers la sortie (outputs) selon quelles quantités où le décideur à plus de contrôle. Les petits agriculteurs dans les zones d'étude ont plus de contrôle sur les intrants que sur les résultats. Sur cette base, le modèle DEA orienté vers l'entrée sera utilisé dans l'étude.

La méthode DEA calcule les scores d'efficacité technique des différentes unités de production à partir d'une frontière d'efficacité. Les unités de production localisées sur la frontière sont considérées comme techniquement efficace avec un score de 1 (ou 100%) et celles localisées sous la frontière sont techniquement inefficace avec un score inférieur à 1 (ou 100%). Ces unités de production inefficaces disposent donc d'une marge d'amélioration de leur performance (Cooper, 2006). Elles pourront se référer aux unités de production techniquement efficaces pour appliquer leurs meilleures pratiques.

Ce modèle a été initialement proposé par Charnes (1978) -et est construit comme suit :

Commented [RD29]: QUELLES SONT LES DONNEES COLLECTEES ET COMMENT ONT -ELLE ETE COLLECTEES

Commented [RD30]: Revoir le français

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Commented [RD31]: Reformuler !

Commented [RD32]: C'est quoi les résultats ici ??

Commented [RD33]: A définir dans le cas de cette étude

Commented [RD34]: Auteurs ? Et si le score obtenu est supérieur à 1 ?

$$\phi = \frac{\sum_{n=1}^N 1\mu_n y_{n,j}}{\sum_p 1\nu_p x_{p,j}} \quad (1)$$

$$TE(x_i, y_i) = \min \phi(\phi_j, x_i, y_i) \quad (2)$$

Pour :

$$\sum_{j=1}^J \beta_j y_{n,j} \geq y_{n,0}$$

$$\sum_{j=1}^J \beta_j x_{p,j} \geq \phi \cdot x_{p,0}$$

$$\sum_{j=1}^J \beta_j = 1$$

$$\beta_j \geq 0$$

ϕ étant l'estimation de l'efficacité technique à calculer pour chaque exploitation,

y les inputs (entrées) utilisées et μ la quantité des entrées (~~inputs~~) (sorties);

x les sorties (~~outputs~~) (sorties) obtenues et

ν la quantité des outputs ;

β le vecteur d'intensité déterminant l'efficacité technique pour chaque exploitation;

n est le nombre de sorties (n = 1,2, ..., N);

p est le nombre d'entrées (p = 1,2, ..., P);

j représente le jème DMU.

Les hypothèses sous-jacentes de ce modèle sont que l'exploitation agricole j (1, 2, ..., J) produit la sortie y_n en utilisant une combinaison d'intrants x_p (main-d'œuvre, semence, engrais); et une frontière de production axée sur l'entrée des retours variables à l'échelle (VRS). La fonction objective ϕ_j est un scalaire qui représente le niveau minimum auquel l'utilisation des entrées peut être réduite sans altérer le niveau de sortie. Une exploitation est considéré comme techniquement efficace si $\phi_j=1$, alors qu'une exploitation avec $\phi_j < 1$ est considéré comme techniquement inefficace. Un ϕ_j index égal à un garantit que l'utilisation de toutes les entrées ne peut pas être réduite en même temps, bien qu'une variation de l'utilisation de l'une d'entre elles puisse améliorer l'efficacité (Iraizoz, Rapun, & Zabaleta, 2003).

Comme deuxième étape, on a le modèle Tobit a été utilisé le modèle Tobit pour identifier les facteurs associés à l'efficacité.

L'équation suivante a été estimée, sur la base des données primaires obtenues :

Commented [RD35]: Réécrire car ceci ne se trouve pas dans l'équation 1

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Commented [RD36]: Définir

Commented [RD37]: Et la terre ?

Commented [RD38]: revoir

Commented [RD39]: Revoir la citation, (Nom et année)

Formatted: Font: Italic

$$TE = \beta_1 + \beta_2 Ag + \beta_3 Educ + \beta_4 Sup + \beta_5 Act + \beta_6 Eng + \beta_7 Adh + \beta_8 AutS + \varepsilon \quad (3)$$

TE les scores d'efficacités obtenus par le DEA. Par conséquent, chaque DMU a un coefficient d'efficacité positif, limité à l'intervalle 0 à 1; Ag l'âge du producteur (en années); Educ le niveau de scolarité du producteur (en années); Sup ~~la taille de~~ la superficie cultivée (en hectares); Act le nombre d'actifs de l'exploitation; Eng les ~~quantités~~ d'engrais chimique et organique utilisées; Adh l'adhésion du chef d'exploitation à une organisation de producteurs ; AutS les sources de revenu non agricole ; ε le terme d'erreur.

4. Résultats et discussion

4.1. Analyse de l'efficacité technique des exploitations familiales à Maurice

La quantité de ~~la production agricole par exploitation~~ est de 8457,57 kg pour une superficie cultivée de 0,64 ha allant de 0,1 à 7 hectares. La main d'œuvre utilisée représente 2,05 hommes/jour et la quantité moyenne d'engrais utilisé est de 105,09 kg, avec une consommation moyenne variant de 50 kg à 950 kg (Tableau 1).

Tableau 1 - Statistiques descriptives des variables

Variabes	Obs	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.
Production	200	8457.57	24606.91	0	280000
Nombre d'actifs	200	2.051852	0.9272297	1	4
Superficie	200	0.6438889	0.8509662	0,1	7
Quantité engrais	200	105,09	6.561274	50	950

Source : Auteur

L'efficacité technique moyenne des producteurs sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables (VRSTE) est de 72,6%. Elle est estimée à 11,7% sous l'hypothèse de rendements d'échelle constants (CRSTE), et l'efficacité d'échelle s'élève à 16,3%. Les résultats montrent que 46,5 % de l'échantillon sont techniquement efficaces sous VRSTE avec un minimum de 0,25 (Tableau 2). Ces résultats montrent que plus de 50% des producteurs agricoles à Maurice

Commented [RD40]: Les résultats ont besoin de plus de précision et la discussion devra être mieux précise et coller mieux aux résultats et être aussi mieux étendue

Commented [RD41]: D quoi ?

Commented [RD42]: Reformuler !

Commented [RD43]: Production de quoi ?

Commented [RD44]: Unité ?

Commented [RD45]: Unité ?

ci ont peut-être aidé les répondants à prendre de meilleures décisions techniques et leur ont permis d'affecter efficacement et efficacement les intrants. Cependant, les résultats montrent que le niveau d'éducation du chef d'exploitation n'est pas significatif et que l'éducation primaire est négativement corrélée avec l'efficacité technique des répondants (Tableau 4).

La superficie cultivée a eu un impact positif et significatif (au seuil de 1%) sur le niveau d'efficacité technique des exploitations. Cela montre que l'efficacité technique augmente avec la superficie cultivée. Cela traduit une utilisation plus efficace des ressources lorsque l'exploitation est grande. Les intrants sont d'autant plus importants que la superficie cultivée est grande.

On constate aussi que le salaire comme source de revenu non-agricole est significativement et positivement liées à l'efficacité technique. Cela pourrait être lié à l'hypothèse du salaire de l'efficacité dans l'économie du travail, qui améliore les dépenses de consommation (ou le revenu) entraîne une meilleure nutrition des travailleurs et donc une amélioration de l'efficacité technique de la production.

Les déterminants de l'efficacité technique des exploitations agricoles de l'échantillon sont présentés dans le Tableau 4.

Tableau 4. Facteurs associés à l'efficacité technique

Variables	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Intervall]	
Sexe						
Féminin	17127.1	5278.488	3.24	0.001***	6731.729	27522.48
Age	107.683	146.9515	0.73	0.464	-181.7211	397.0871
Nombre d'actifs	-900.4776	1661.396	-0.54	0.588	-4172.406	2371.451
Education						
Illétré	10319.6	7339.74	1.41	0.161	-4135.176	24774.37
Primaire	-1747.43	3443.063	-0.51	0.612	-8528.147	5033.287
Université	3081.335	5858.816	0.53	0.599	-8456.929	14619.6
Superficie	14775.67	1711.216	8.63	0.000***	11405.63	18145.71
Régime foncier						
Location	-4390.285	2912.403	-1.51	0.133	-10125.93	1345.357
Location/propriétaire	-961.8903	6527.077	-0.15	0.883	-13816.22	11892.44
Fertilisant						
Aucun	5071.117	15622.19	0.32	0.746	-25694.99	35837.22
Compost	-17091.51	8474.349	-2.02	0.045**	-33780.77	-402.2602
Organique	-4847.752	6665.788	-0.73	0.468	-17975.25	8279.749
Rev. non-agricole						
Autres	9089.839	5497.936	1.65	0.100	-1737.713	19917.39
Commerce	13203	5944.299	2.22	0.027**	1496.389	24909.61
Embouche	8846.164	6410.229	1.38	0.169	-3778.045	21470.37

Commented [RD51]: Revoir et Reformuler !

Commented [RD52]: Reformuler !

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman, Bold

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman, Bold

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman, Bold

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman, Bold

Formatted: Font: Times New Roman

Salaire	11426.93	3573.08	3.20	0.002***	4390.158	18463.7
Adhésion						
Organisation						
oui	4905.429	3732.479	1.31	0.190	-2445.257	12256.12
_cons	-12429.88	8677.903	-1.43	0.153	-29520.01	4660.245
/sigma	21619.23	985.7962			19677.82	23560.64

Niveaux de significativité : * : 10% ** : 5% *** : 1%

Formatted: Font: Bold

Formatted: Font: Times New Roman, Bold

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

5. Conclusion

Cet article a estimé l'efficacité technique de la production agricole des exploitations familiales à Maurice et a établi les facteurs qui influent sur l'efficacité technique. Nous avons utilisé la méthode en deux étapes qui consiste à coupler un modèle DEA pour estimer l'efficacité technique à un modèle de régression *Tobit* pour établir les facteurs qui influent sur l'efficacité technique. Les résultats empiriques fournissent des preuves que l'inefficacité technique dans la production agricole existe parmi les répondants. L'efficacité technique moyenne est estimée à 72,6%. Ce qui implique que, en moyenne, les exploitations agricoles familiales pourraient réduire leurs intrants agricoles de 27,4% et produire encore le niveau de production actuel. L'analyse du modèle de régression *Tobit* indique que le sexe, la taille de la superficie cultivée et le travail de salaire influent de manière significative sur l'efficacité technique de la production agricole. En effet, les agriculteurs ayant les plus grandes surfaces cultivées sont plus efficaces sur le plan technique que ceux de petites surfaces. Les femmes agricultrices ~~eurs de sexe masculin féminin~~ sont ~~moins techniquement plus~~ efficaces sur le plan technique par rapport à ~~eux de sexe féminin~~ les hommes dans leur exploitation. De plus, et aussi le travail salarié augmente l'efficacité technique.

Les interventions politiques devront donc être axées sur la redistribution des terres, l'amélioration du niveau d'éducation formelle des producteurs, l'accès intrants (engrais) et le renforcement des organisations paysannes afin d'accroître l'efficacité technique globale des producteurs à -Maurice.

Commented [RD53]: Ne répéter pas les résultats ici mais tirer les conclusions conséquentes de ces résultats.

Formatted: Font: Italic

Commented [RD54]: Reformuler !

Formatted: Font: Italic

Formatted: Highlight

Commented [RD55]: Vous n'aviez pas fait de recherche sur cela d'où sort cette conclusion ? Revoir !

Commented [RD56]: Pourquoi c'est l'accès aux intrants seulement ?

Remerciements

Toute ma gratitude à mon directeur de thèse, Felwine SARR (Université Gaston Berger de Saint-Louis) et à mon co-directeur, Brinda Ramasawmy (Université de Maurice). J'exprime aussi ma reconnaissance au projet Haagrim.

Références Bibliographiques

Abatania, L., Hailu, A., & Mugera, A. (2012, February 7-10). Analysis of farm household technical efficiency in Northern Ghana using bootstrap DEA. The 56th annual conference of the Australian Agricultural and Resource Economics Society. **Incomplète**

Alene, A., Manyong, V., & Gockowski, J. (2006). The production efficiency of intercropping annual and perennial crops in southern Ethiopia: A comparison of distance functions and production frontiers. *Agricultural Systems*, 91(1-2), 51-70.

Battese, G., & Coelli, T. (1988). Prediction of Firm-level Technical Efficiencies with a Generalised Frontier Production Function and Panel Data. *Journal of Econometrics*, 38, 387-399.

Bhatt, M. S., & Bhat, S. A. (2014). Technical efficiency and farm size productivity— micro level evidence from jammu & kashmir. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 2(4), 27-49.

BM. (2014). Agriculture, valeur ajoutée (% du PIB). Récupéré sur <http://donnees.banquemondiale.org>. **Incomplète**

Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*(2), 429-441.

Chavas, J., Petrie, R., & Roth, M. (2005). Farm Household Production Efficiency: Evidence from the Gambia. *American Journal of Agricultural Economics*, 87(1), 160-179.

Chiona, S. (2011). Technical and Allocative Efficiency of Smallholder Maize Farmers in Zambia. Lusaka: University of Zambia. **Incomplète**

Clemente, F., Lirio, V. S., & Gomes, M. M. (2015). Technical efficiency in Brazilian citrus production. *Bio-based and Applied Economics*, 4(2), 165-178. [doi:10.13128/BAE-13597](https://doi.org/10.13128/BAE-13597)

Coelli, T., Rao, D., & Battese, G. (1998). An Introduction to efficiency and productivity Analysis. Boston: Kluwer Academic. **Incomplète**

Coelli, T., Rahman, S., & Thirtle, C. (2002). Technical, Allocative, Cost and Scale Efficiencies in Bangladesh Rice Cultivation: A Non-parametric Approach. *Journal of Agricultural Economics*, 53(3), 607-626.

Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2006). Introduction to data envelopment analysis and its uses. Springer Science and Business. **Incomplète**

Dhehibi, B., Alimari, A., Haddad, N., & Aw-Hassan, A. (2014). Technical Efficiency and Its Determinants in Food Crop Production: A Case Study of Farms in West Bank, Palestine. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16, 717-730.

Commented [RD57]: Revoir les parties vertes. Rassurez-vous que toutes les références du texte sont ici et vice versa. **Y ajouter des références récentes**

Formatted: Highlight

Commented [RD58]: Définir

FAO. (2005). Aquastat Mauritius, water report. **Incomplete**

Formatted: Highlight

Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253-281.

Heidari, M., Omid, M., & Akram, A. (2011). Using Nonparametric Analysis (DEA) for Measuring Technical Efficiency in Poultry Farms. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 13(4), 271-277.

Iraizoz, B., Rapun, M., & Zabaleta, I. (2003). Assessing the technical efficiency of horticultural production in Navara. *Agricultural Systems*, 78, 387-403.

Javed, M., Adil, S., Ali, A., & Raza, M. (2010). Measurement of Technical Efficiency of Rice - Wheat System in Punjab, Pakistan. *Journal of Agricultural Resource*, 48(2), 227-238.

Kamminga, A. (2008). Vulnerability assessment of potential soil erosion; a case study on Mauritius. Master School of Life and Earth Sciences, the track Computational Bio- and Physical Geography, Faculty of Science (FNWI). **Incomplete**

Le Roux, J. J. (2005). Soil erosion prediction under changing land use on Mauritius. Master of Science Geography, University of Pretoria. **Incomplete**

MAFTNR. (2008). A sustainable programme for agricultural diversification: A non-sugar sector strategic plan 2003-2007. **Incomplete**

MAIF. (2008). A sustainable diversified agri-food sector strategy for. **Incomplete**

Formatted: Highlight

Mardamootoo, T. (2009). Evaluation of the phosphorus status of sugarcane soils in Mauritius using agronomic and environmental criteria. Dissertation for the Magister Scientiae degree in Soil Science in the Department of Soil, Crop and Climate Sciences, University of Free State, Bloemfontein. **Incomplete**

Omid, M., Ghojabeige, F., Delshad, M., & Ahmadi, H. (2011). Energy use pattern and benchmarking of selected greenhouses in Iran using data envelopment Analysis. *Energy Conversion and Management*, 52, 153-162.

Osawe, O., Akinyosoye, V., & Omonona, B. (2008). Technical efficiency of small scale farmers: an application of the stochastic frontier production function to fish farmers in Ibadan metropolis, Oyo State, Nigeria. *Journal of Economics and Rural Development*, 16(1), 71-82.

Padilla-Fernandez, & Nuthall, P. (2009). Technical Efficiency in the Production of Sugarcane in Central Negros Area, Philippines. An Application of DEA. *Journal of International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 15(1), 77-90.

Rahman, S., & Umar, H. (2009). Measurement of technical efficiency and its determinants in crop production in Lafia local Government area of Nasarawa State, Nigeria. *Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension*, 8(2), 90 - 96.

Rios, A., & Shively, G. (2005). Farm size and nonparametric efficiency measurements for coffee farms in Vietnam. Selected Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association. **Incomplete**

Statistics Mauritius. (2013). Digest of agricultural statistics. Ministry of Finance and Economic Development. **Incomplete**

Statistics Mauritius. (2014). Agricultural and fish production. Ministry of Finances and Economic Development. **Incomplete**

Statistics Mauritius. (2015). Digest of Agricultural Statistics. Ministry of Finance & Economic Development, Portlouis. **Incomplete**

UNFCCC. (2005). eClimate change, small island developing States. climate change secretariat, Bonn, Germany. **Incomplete**

USAID. (2015). Mauritius 2015. Incomplete

Yusuf, S., & Malomo, D. (2009). Technical Efficiency of Poultry Egg Production in Ogun State: A Data Envelopment Analysis Approach. International Journal of Poultry Science, 6(9), 622-629.

Formatted: Highlight