

Projet de Recherche sur les Politiques de Sécurité Alimentaire au Mali

GENRE, GÉNÉRATION ET INTENSIFICATION AGRICOLE: LE CAS DE DEUX CÉRÉALES DE LA SAVANE SOUDANIENNE MALIENNE

Par

Melinda Smale, Alpha Kergna, Véronique Thériault, Amidou Assima, et Naman Keita



Politiques de Sécurité Alimentaires: *Articles de Recherche*

Cette série d'articles de recherche vise à faire connaître rapidement les résultats de recherche et d'analyses politiques réalisés par "Feed the Future" du Innovation Lab for Food Security Policy (FSP) et ses associés, financé par USAID. Le projet FSP est coordonné par le Food Security Group (FSG) du Department of Agricultural, Food, and Resource Economics (AFRE) de Michigan State University (MSU), et est mis en place en partenariat avec l'International Food Policy Research Institute (IFPRI) et l'University of Pretoria (UP). Ensemble, le groupe de recherche MSU-IFPRI-UP travaille avec les gouvernements, les scientifiques et les parties prenantes du secteur privé dans les pays ciblés par "Feed the Future" en Afrique et en Asie, pour augmenter la productivité agricole, améliorer la diversité des régimes alimentaires, et construire une plus grande résistance face aux défis du changement climatique qui affectent nos moyens de subsistance.

Ces articles de recherche s'adressent à des chercheurs, des décideurs politiques, des agences de financements, des enseignants, et à tous ceux impliqués dans le développement international. Certains articles seront traduits en Français, Portugais ou d'autres langues.

Tous les articles de recherche et les brèves politiques sont téléchargeables gratuitement en format pdf depuis ce site internet : www.foodsecuritylab.msu.edu

Tous les articles de recherche et les brèves politiques sont aussi envoyés au département de USAID Development Experience Clearing House (DEC): <http://dec.usaid.gov/>

AUTEURS

Melinda Smale (msmale@msu.edu) est professeur en développement international au Département d'économie agricole, alimentaire et des ressources naturelles à l'Université d'Etat du Michigan (MSU), East Lansing, MI, USA.

Alpha Kergna (akergna@yahoo.fr) est chercheur à l'Economie des Filières (ECOFIL) à l'Institut d'Economie Rurale (IER), Bamako, Mali.

Véronique Thériault (theria13@msu.edu) est professeur-adjointe en développement international au Département d'économie agricole, alimentaire et des ressources naturelles à l'Université d'Etat du Michigan (MSU), East Lansing, MI, USA.

Amidou Assima (amidou.assima@gmail.com) est assistant de recherche, statisticien basé au Bureau de l'Université d'Etat du Michigan à Bamako.

Naman Keïta (namankeita2@yahoo.fr) est gestionnaire de base de données basé au programme Economie des filières (ECOFIL) de l'Institut d'Economie Rurale (IER), Bamako, Mali.

Michigan State University (MSU). Etablie au Michigan, MSU est la plus vieille des universités agricoles « US Land Grant » aux Etats-Unis, avec une longue histoire de recherche en politique agricole et alimentaire en Afrique, Asie et Amérique latine.

Institut d'Economie Rurale (IER). Créé le 29 novembre 1960, l'IER est le principal institut de recherche agricole au Mali avec près de 800 agents dont 250 chercheurs de différentes disciplines. Il comprend 6 centres régionaux de recherche agronomique, 9 stations et 13 sous-stations. Le portefeuille scientifique comprend 17 programmes.

Assemblée permanente des chambres d'agriculture du Mali (APCAM). L'APCAM est l'organe de coordination des activités des Chambres Régionales d'Agriculture (CRA). Créées par la loi n° 93-044/AN-RM du 04 août 1993, les CRA et l'APCAM sont des établissements à caractère professionnel dotés de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Elles ont pour ressortissants les professionnels évoluant dans les domaines de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de l'exploitation forestière. Elles sont des organes consultatifs auprès des pouvoirs publics.

Cette étude a été réalisée avec le généreux soutien des Américains par une bourse de recherche de United States Agency for International Development (USAID) pour le programme "Feed the Future". Le contenu de cette publication est sous la responsabilité de ses auteurs, et ne reflète pas nécessairement le point de vue de USAID ou du gouvernement américain.

Copyright © 2016, Michigan State University. Tous droits réservés. Ce document peut être reproduit sans permission pour une utilisation personnelle ou à but non lucratif, en mentionnant MSU.

Publié par le Department of Agricultural, Food, and Resource Economics, Michigan State University, Justin S. Morrill Hall of Agriculture, 446 West Circle Dr., Room 202, East Lansing, Michigan 48824, USA

REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué grâce au projet GISAIA (Guiding Investments in Sustainable Agricultural Intensification in Africa) avec un financement de la Fondation Bill et Melinda Gates (BMGF) et le financement de l'Agence du Développement International des États Unis d'Amérique au Mali (USAID/Mali) à travers le Laboratoire d'innovation en politique de sécurité alimentaire (FSP) sous le contrat AID-OAA-L-13-00001. Les travaux ont été exécutés par l'équipe de l'Université d'Etat du Michigan (MSU) et ses collaborateurs de l'Institut d'Economie Rurale (IER), sous le parrainage de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture du Mali (APCAM) à qui nous adressons nos sincères remerciements.

Nous témoignons notre reconnaissance aux autres membres de l'équipe (surtout Steve Haggblade et Abdramane Traoré) qui ont contribué à l'élaboration de ce document et à notre apprentissage. Aussi nous voudrions également exprimer notre reconnaissance aux familles Maliennes qui ont librement partagé leurs expériences et les informations sur leur production agricole qui servent de données dans ce rapport.

Toute erreur d'interprétation ou de faits dans cette contribution n'incombe qu'aux auteurs du présent document.

Résumé

Au Mali, les rendements de céréales cultivées dans les zones arides ont stagné, à l'exception du maïs. Dans la Savane soudanienne malienne, comme dans d'autres zones du Sahel en Afrique de l'ouest, les céréales produites dans les zones arides sont cultivées dans des champs gérés collectivement et individuellement par des membres de la famille élargie pouvant comprendre plusieurs générations et impliquant plusieurs ménages gérés par un patriarce à qui incombe la responsabilité d'allouer les terres et d'organiser la main d'œuvre pour satisfaire les besoins en aliments de base. Nous désignons ces ménages « exploitations agricoles familiales (EAF) », comme le Gouvernement du Mali.

Avec les changements sociaux et économiques en cours, les rôles des femmes et des jeunes au sein des EAF sont en train d'évoluer. Dans cette étude, nous explorons cette évolution tout en explorant les différences intra-ménages en termes de probabilité d'adoption et de taux d'utilisation d'engrais. Nous testons les différences au niveau : 1) du type de gestion de parcelle (commune ou individuelle); 2) du sexe du gérant de la parcelle à qui le type de gestion a été confié (homme ou femme) et 3) du statut du gérant de la parcelle dans la famille (jeune et lien de parenté avec le chef d'exploitation). Nous comparons les résultats obtenus pour les principales céréales (maïs, sorgho).

Nous trouvons que l'utilisation des engrais et leur intensité sont plus élevées dans les parcelles de sorgho individuelles. Les écarts positifs s'expliquent largement par les taux d'utilisation plus élevés dans les petites parcelles de sorgho allouées aux femmes et aux enfants, où le sorgho est fréquemment associé à l'arachide et qui servent de réserves « de sécurité alimentaire ». En effet, les engrais sont utilisés pour répondre aux besoins spécifiques des femmes chefs de ménages et des enfants mais également pour contribuer à garantir un approvisionnement suffisant en nourriture pour l'ensemble de l'EAF. Par contre, nous trouvons que les taux d'utilisation dans la production du maïs sont plus faibles dans les champs individuels gérés par les hommes non chefs de ménage. Ceci pourrait refléter leur statut au sein de l'EAF. Par exemple, nous trouvons que l'utilisation est plus faible dans les parcelles gérées par les jeunes de moins de 25 ans (spécifiquement, les parcelles de maïs) et les fils (notamment les parcelles de sorgho). Les épouses du chef d'exploitation qui sont plus âgées et jouissent d'un statut plus élevé, utilisent plus l'engrais dans les parcelles de sorgho que les autres gérants.

Ces conclusions ont des implications en termes d'élaboration de programmes de vulgarisation destinés à appuyer les femmes et les générations plus jeunes dans l'intensification de la production agricole de céréales dans les zones arides. Bien que les efforts, visant à élargir ces programmes afin de toucher des membres de l'EAF autres que le chef d'exploitation, puissent encourager l'utilisation de l'engrais et l'intensification agricole, ces programmes doivent respecter les normes de prise de décision et la cohésion au sein de ces unités de production complexes.

Table des Matières

I.	Introduction	1
II.	Les méthodes	3
	Les données	3
	L'approche conceptuelle	5
	Stratégie économétrique	6
	Variables.....	7
III.	Résultats.....	8
	Analyse descriptive	8
	Résultats des régressions.....	9
IV.	Conclusions.....	12
	Bibliographie.....	16

I. Introduction

L'économie malienne repose sur l'agriculture pluviale et la majorité des agriculteurs maliens dépendent du sorgho et du mil comme aliment de base. La stagnation de la hausse des taux de rendements de ces cultures, estimée à 3% uniquement depuis les années 1990 (Staatz et al. 2011), est attribuée à plusieurs facteurs, dont la sous-utilisation des engrais sur des sols dégradés et défraîchis. L'utilisation moyenne de l'azote (nutriments totaux N) dans des zones arables et réservées aux cultures permanentes est d'environ 14 kg par ha au Mali, par rapport à 3 kg par ha seulement pour la région de l'Afrique de l'Ouest dans son ensemble, mais quasiment deux fois plus (27 kg par ha) pour le sud de l'Afrique (FAOSTAT 2015). La crise alimentaire mondiale de 2008/09 a exacerbé l'inquiétude concernant le faible niveau de productivité et des taux d'utilisation des engrais au Mali. Le Gouvernement malien a réagi en mettant en place un programme qui vise à réduire le prix unitaire des engrais utilisés dans les champs de céréales ainsi que ceux du coton, première culture d'exportation du pays.

Selon les conclusions d'une analyse récente de la structure et de la performance de la filière des engrais au Mali (Thériault et al. 2015), bien que les engrais semblent être de plus en plus utilisés, dans leur ensemble, durant la dernière décennie, les incitatifs pour leur utilisation varient entre les paysans cultivant une même culture et entre cultures. Par exemple, suffisamment d'éléments de preuves indiquent que le rapport institutionnel et technique entre le maïs et le coton a contribué à la hausse de la superficie emblavée en maïs et de sa productivité, au détriment du sorgho, en particulier. Du milieu des années 1970 jusqu'aux années 1980, la compagnie nationale d'égrenage du coton, la CMDT (Compagnie malienne pour le développement du textile), s'occupait de promouvoir la culture du maïs dans le but d'améliorer la sécurité alimentaire des ménages cotonniers (Thériault et Sterns, 2012; Coulibaly et Sissoko 2001). La CMDT continue d'allouer une part de son budget aux engrais offerts aux paysans (plus de 90% des paysans dans les zones cotonnières ont accès aux engrais) et a également un département qui fournit aux producteurs de maïs des variétés de semences sélectionnées (Diallo 2012; Tschirley et al. 2009), permettant ainsi de donner un coup de pouce à la production de maïs (Tefft 2010). Koulibaly et al. (2011) indiquent que la CMDT a récemment commencé à attribuer des prêts pour l'achat d'intrants et d'herbicides pour le maïs comme stratégie de diversification et pour prévenir le déclin continu des rendements de coton. Avec la baisse des prix du coton, les paysans ont décidé de réaffecter au maïs les engrais initialement destinés à ce dernier, d'où des taux d'utilisation plus élevés et d'importants gains de rendements pour le maïs (Laris et al. 2015; Foltz et al. 2012).

La productivité stagnante a également été attribuée à l'environnement difficile et incertain ainsi qu'à la pauvreté de la population, associée à une croissance démographique très rapide. L'un des arguments en faveur de l'organisation traditionnelle et collective de l'agriculture familiale dans les zones arides du Mali est qu'elle a facilité la gestion efficace des terres et de la main d'œuvre via le partage des risques entre les différents membres de la famille sous l'égide du patriarcat. Des études récentes réalisées par Guirkinger et Platteau (2014) ont exploré comment la raréfaction des terres arables a contribué à une gestion plus individualisée des parcelles et ce, afin de fournir des incitatifs au sein de la structure de l'agriculture collective. Guirkinger et al. (2015) ont ensuite observé des rendements plus élevés dans les parcelles individuelles par

rapport aux parcelles communes lorsque celles-ci sont gérées par des hommes et lorsqu'elles sont cultivées avec du maïs, qui est une culture demandant beaucoup de soins (aucune différence n'a été observée pour les parcelles de sorgho, qui est une culture moins exigeante).

Dans la Savane soudanienne malienne, les céréales sont cultivées dans des champs gérés collectivement et individuellement par des ménages complexes caractérisés par des liens à la fois verticaux (fils célibataires, fils mariés et leurs familles) et horizontaux (frères ; plusieurs épouses). L'exploitation agricole de la famille élargie est gérée par un vieux patriarche ou un gérant de parcelle désigné qui a la responsabilité de guider l'organisation des terres et de la main d'œuvre avec l'objectif de remplir les besoins en aliments de base de la famille à travers une gestion et une exploitation collective des parcelles . Le sorgho était, traditionnellement, le principal aliment de base cultivé dans les parcelles communes de la Savane soudanienne, suivi du mil. Ces dernières années, le maïs a occupé une place importante comme culture vivrière mais également comme culture contribuant à satisfaire les besoins alimentaires. Hormis les champs gérés collectivement au nom de l'exploitation dans son ensemble, des champs individuels sont alloués aux différents membres du ménage.

Le stéréotype culturel de la Savane soudanienne est que les femmes mariées cultivent les plantes qui sont utilisées comme ingrédients pour la préparation des sauces qui accompagnent les aliments de base tels que les légumineuses, l'arachide et les légumes plutôt que les plantes servant d'aliments de base tels que le sorgho et le maïs. . Les femmes décident quelles plantes cultiver dans les parcelles qui leur sont allouées par le patriarche et qu'elles gèrent elles-mêmes, ce qui leur permet de contrôler les récoltes réalisées dans leurs propres parcelles. Ces récoltes leur permettent de générer des revenus servant à l'achat de condiments nécessaires pour leur nourriture (épices, sel, sucre et huile), à la prise en charge des frais de scolarité, à l'achat de vêtements pour elles-mêmes et leurs enfants, à la préparation du mariage de leurs enfants et/ou à l'achat d'articles destinés à d'autres cérémonies familiales.

Récemment, les études de cas ont remis en question ce stéréotype en révélant que les femmes de la Savane soudanienne produisent du sorgho dans leurs champs individuels (Some 2011; Donovan 2010; Siart 2008; Van den Broek 2009). Les femmes interviewées ont expliqué qu'en raison de facteurs tels que le déclin de la fertilité des sols, les récoltes obtenues au niveau des champs communs sont souvent insuffisantes pour nourrir la famille élargie. Elles ont alors commencé à cultiver des céréales dans leurs champs individuels afin de garantir la sécurité alimentaire de la famille.

Hormis les travaux de Guirkinger et al. (2015), nous n'avons pas trouvé d'analyses rigoureuses de la demande d'engrais au niveau de l'exploitation ou au sein du ménage, portant soit sur le sorgho soit sur le maïs au Mali, ni de travaux de recherche s'étant penché sur le rôle des hommes plus jeunes qui est en pleine évolution en plus de celui des femmes membres du ménage. Les jeunes ont des caractéristiques qui les distinguent sur le plan tant démographique que social (Bennel, 2010) telles que le manque d'indépendance économique totale et l'autonomie dans la prise de décision. Le continent africain enregistre le plus grand pourcentage de jeunes (CEA et UNPY, 2011) et il est prévu que leur nombre atteigne 42,5 millions d'ici 2020, rien qu'en Afrique sub-saharienne (Proctor et Lucchesi 2012). La plupart des jeunes de l'Afrique sub-saharienne travaillent à leur propre compte dans le secteur informel et dans l'agriculture (BIT 2007), mais plusieurs d'entre eux sont des chômeurs (60%, selon la Banque Mondiale en 2009).

Les normes sociales ainsi que les us et coutumes affectent leur capacité à participer à la prise de décision et à opter, de ce fait, pour un emploi rural qui leur garantit un avenir viable. Dans beaucoup de sociétés africaines, la hiérarchie générationnelle détermine souvent l'accès à la main d'œuvre et aux ressources de production, telles que la terre (Abeles et Collard, 1985).

Ici, nous tentons de mieux comprendre les rôles et incitatifs en plein évolution qui influent sur l'intensification agricole dans les ménages complexes, durant le processus de changement social et démographique. Nous contribuons à la littérature portant sur la prise de décision intra-ménage et sur l'intensification agricole en testant plusieurs hypothèses sur le plan empirique. D'abord, nous testons si les probabilités d'adoption et l'intensité d'utilisation des engrais diffèrent par type de gestion des parcelles (commune, individuelle). Deuxièmement, nous sommes en mesure de différencier les parcelles individuelles gérées par les hommes et par les femmes qui ne sont pas les chefs de ménage, en testant le rôle du genre tout en contrôlant pour les effets du type de gestion de parcelle. Troisièmement, nous testons l'effet de la jeunesse (qui réfère à la dimension « génération ») et le statut du gérant de la parcelle au niveau du ménage (lien de parenté avec le chef d'exploitation y compris l'épouse et l'enfant). Cette dernière priorité et l'intérêt que nous portons à l'utilisation d'intrants (plutôt qu'aux rendements) diffèrent de celui de Guirkinger et al. (2015). Enfin, nous testons la robustesse de nos résultats en comparant deux principales céréales, le maïs et le sorgho. Comme susmentionné, le maïs a les caractéristiques à la fois d'aliment de base et de culture vivrière.

Notre analyse amorce un examen important du processus d'intensification de la culture céréalière au Mali. Deuxièmement, le fait d'examiner ensemble les parcelles de maïs et de sorgho met en lumière les priorités qui changent chez les paysans et les effets potentiels de la substitution ou de la complémentarité entre les deux cultures en termes d'utilisation d'engrais. Ceci est important pour comprendre comment les politiques d'engrais qui influencent une culture pourraient avoir des répercussions sur une autre.

II. Les méthodes

Nous nous appuyons sur les données détaillées sur les exploitations collectées auprès de 628 ménages et 1305 parcelles de maïs et de sorgho de la Savane soudanienne, une zone de terres arides à fort potentiel de productivité pour le sorgho comme pour le maïs et également pour le coton, principale culture vivrière des paysans enquêtés. En appliquant des modèles économétriques non linéaires pour gérer la grande concentration de valeurs nulles dans l'utilisation d'engrais, nous testons si la probabilité, l'intensité et les déterminants de l'utilisation diffèrent dans trois séries de régressions basées sur le même modèle général d'adoption et la même série de régresseurs. Les données et l'approche économétrique sont décrites ci-après.

Les données

L'échantillon a été tiré du recensement de base villageois réalisé auprès de plusieurs exploitations familiales productrices de sorgho dans 58 villages de la Savane soudanienne située dans l'isohyète 800 mm. On compte parmi les villages enquêtés, ceux cités comme des sites d'expérimentation où le programme national de recherche de l'Institut d'Economie Rurale (IER) et de l'ICRISAT réalise des essais depuis 2009 à travers le réseau des associations de producteurs. Nos conclusions sont donc représentatives des zones où le programme national du

sorgho a été quelque peu impliqué et, dans certains cas, celui du coton. Seuls les villages comptant moins de 1000 habitants ont été retenus. L'enquête à passages répétés a été réalisée en quatre étapes, entre août 2014 et juin 2015, en utilisant un questionnaire sur papier combiné à des interviews personnelles assistées par ordinateur, réalisées par une équipe d'enquêteurs expérimentés recrutés par l'IER.

L'unité d'enquête dans ce recensement villageois est l'Exploitation Agricole Familiale (EAF) qui est l'unité de base la plus fréquemment utilisée pour analyser les systèmes de production agricole au Mali. Selon la Loi d'Orientation Agricole, l'exploitation agricole familiale est une unité de production constituée d'un ou de plusieurs membres unis par des liens de parenté et exploitant en commun les facteurs de production en vue de générer des ressources, sous la direction d'un des membres, désigné chef d'exploitation, qu'il soit de sexe masculin ou féminin. Le chef d'exploitation assure la maîtrise d'œuvre et veille à l'exploitation optimale des facteurs de production. Il exerce cette activité à titre principal et représente l'exploitation dans tous les actes de la vie civile, dont la représentation et participation aux programmes gouvernementaux tels que le programme de subventions d'engrais.

Les parcelles communes appartenant à l'ensemble de l'EAF sont gérées par le chef d'exploitation ou un *chef de travaux* désigné au sein de cette dernière. Les parcelles individuelles appartiennent à l'EAF mais sont emblavées et gérées par les membres individuels, qu'ils soient de sexe masculin ou féminin, pour leur propre compte. La production dans les champs individuels ne fait pas l'objet d'une gestion collective bien qu'il y ait nettement des interactions entre gérants concernant l'utilisation d'équipements et d'intrants appartenant à l'EAF dans son ensemble et potentiellement d'autres négociations pour le partage de la main d'œuvre et des ressources. A chaque saison agricole, le chef d'exploitation distribue ces champs selon les besoins de la famille.

L'échantillon d'EAF provient d'un tirage aléatoire des ménages producteurs de sorgho dans 58 villages. L'échantillon a été majoré de 5% pour tenir compte des non-réponses, ce qui donne un total de 623 EAF et un taux d'échantillonnage total de 25%. Les enquêteurs ont énuméré toutes les parcelles gérées par chaque EAF faisant partie de l'échantillon, les groupant par culture (sorgho, maïs) et type de gestion (collective, gérée individuellement par des hommes ou des femmes non chefs de ménages). Une parcelle a fait l'objet d'un tirage aléatoire par groupe par EAF. Le nombre de parcelles par ménage dans la base de données dépend du type de parcelles trouvées dans l'EAF et des deux cultures qui nous intéressent (le sorgho et le maïs). Bien que l'ensemble de notre inventaire des parcelles a montré que 15% du nombre total de 4609 parcelles étaient gérées par des hommes qui ne sont pas les chefs d'exploitation, la plupart étaient gérées par des membres désignés comme chefs des travaux jouissant du même statut que le chef d'exploitation ou accueillait d'autres cultures telles que le coton ou l'arachide. Nous avons identifié quelques parcelles individuelles (16 seulement) gérées par des hommes membres du ménage où la principale culture était soit le sorgho soit le maïs. Seuls quatre chefs de ménage parmi les 623 EAF étaient des femmes et seulement deux géraient des parcelles de sorgho ou de maïs. Les parcelles gérées par les femmes membres du ménage non chefs de famille étaient, la plupart du temps, emblavées en sorgho associé à l'arachide. L'échantillon analytique total de parcelles de sorgho et de maïs, dont celles communes et individuelles, était de 1305.

L'approche conceptuelle

Nous supposons qu'une EAF cherche à maximiser son utilité par rapport à son niveau de consommation de biens produits au sein de l'exploitation et achetés ainsi qu'aux loisirs. Bien que l'agriculture soit caractérisée par une technologie commune, la production a lieu sur plusieurs parcelles gérées par divers membres de la famille. Pratiquement, toute la production dépend de la main d'œuvre familiale seulement et il n'y a pas de marché des terres jusque-là perceptible (comme confirmé par nos données). Le décideur le plus ancien au sein de l'EAF (le chef d'exploitation ou le chef des travaux désigné) alloue les terres et répartit les engrais entre les parcelles, selon le statut familial des membres et selon la culture. Les membres de l'EAF peuvent négocier, mais les normes sociales dictent certaines règles d'allocation dont, par exemple, les droits d'accès à la terre par les femmes mariées et les hommes physiquement aptes au-delà d'un certain âge. Dans une seule saison, nous considérons les allocations de terres comme étant déjà prédéterminées lorsque les décisions concernant les engrais sont prises (Guirkinger et Platteau, 2014; interviews des auteurs). A priori, nous en savons très peu sur le mode de décision concernant l'allocation des engrais bien que nous ayons des raisons de croire, selon les travaux de recherche antérieurs réalisés dans la région (Udry 1996; Kazianga et Wahhaj 2014; Guirkinger et Platteau 2014), qu'il s'agit du résultat d'un processus de négociation familiale dans lequel le bien-être des individus et celui de la famille dans son ensemble sont imbriqués.

Vu que ces entreprises familiales opèrent dans des marchés imparfaits, les incitatifs économiques pour les gérants des parcelles, qu'il s'agisse de parcelles communes ou individuelles, sont en partie déterminés par les dotations des ménages qui affectent les coûts de transactions. Ces dotations comprennent le capital humain (l'aptitude à lire et écrire, la main d'œuvre adulte disponible), les avoirs en bétail, les terres et autres ressources ainsi que l'accès aux ressources financières telles que les coopératives villageoises qui fournissent des engrais subventionnés aux membres. Les caractéristiques physiques des parcelles affectent les décisions optimales concernant l'allocation des engrais. Les taux de réponse et les subventions diffèrent entre le sorgho et le maïs. En outre, le statut familial des gérants de parcelles affecte l'allocation d'engrais au sein de la famille élargie. Par exemple, les épouses et les fils du chef d'exploitation n'ont pas les mêmes rôles, récompenses et responsabilités. Nous pouvons exprimer le modèle empirique simplement comme suit:

$$(1) Z_{ij}^* = f(\mathbf{r}, p_{ij}, \mathbf{pl}_{ij}, \mathbf{h}_j, I_{c_{ij}}, I_{m_{ij}}),$$

où Z_{ij}^* est la quantité d'engrais appliquée par hectare à une parcelle i emblavée par une EAF j , le vecteur \mathbf{h} représente les dotations aux ménages, le vecteur \mathbf{pl}_{ij} représente les caractéristiques de la parcelle, \mathbf{r} désigne un vecteur des prix du marché (dont les subventions pour l'achat d'engrais), et I représente les variables de la culture c et le type de gestion de la parcelle m .

Les régressions sont estimées à partir de données compilées sur tous les types de gestion de parcelles. Nous testons nos trois hypothèses valides en intégrant les variables-indicateurs- qui représentent des déplacements de l'ordonnée à l'origine- saisis de manière séquentielle dans le même modèle de régression (1).

Stratégie économétrique

Près de la moitié (44%) de tous les gérants de parcelles (individuelles et communes) enquêtés n'ont pas appliqué d'engrais, suggérant que le modèle de « solution de coin » non linéaire est plus adapté que le modèle linéaire pour tester l'incidence du genre et de la génération sur l'utilisation d'engrais. Un modèle de solution de coin peut être formulé comme $Z_i = Z^*$ si $Z_i > 0$, et $Z_i = 0$ si $Z^* \leq 0$ et $Z_i^* = \alpha + X_i\beta + \varepsilon_i$. C'est à dire, la variable dépendante du modèle empirique (1) suppose une valeur positive observable au-dessus d'un certain seuil indiqué par Z^* . Dans ces modèles, les données sont tronquées ou se concentrent autour d'une valeur unique telle que la limite inférieure de zéro. Les modèles de solution de coin sont communément utilisés pour estimer l'offre de main d'œuvre, mais également la demande en intrants d'une exploitation ou d'une entreprise (Wooldridge 2010: 559).

Nous estimons deux catégories de modèles de solution de coin. Tout d'abord, nous estimons le modèle Tobit qui présume que la décision binaire d'utilisation d'engrais est déterminée par le même processus qui prévoit la quantité d'engrais appliquée, conditionnée à l'utilisation (fournie par le vecteur de paramètres β) (Tobin 1958). Ensuite, nous estimons le modèle Cragg qui modère cette hypothèse en permettant aux paramètres de régression de faire la différence entre la décision d'utilisation de l'engrais (0,1) et l'intensité de l'utilisation (>0) (Cragg 1971). Afin de tester si le modèle Tobit ou Cragg est mieux adapté au processus sous-jacent de génération de données, nous utilisons le test du rapport de log vraisemblance des régressions contraintes (Tobit) aux régressions non contraintes (Cragg). Le modèle Tobit est niché dans le modèle Cragg qui permet d'estimer les décisions d'utilisation et d'intensification en deux étapes, en appliquant des régressions Probit à la première étape suivie par des régressions tronquées à la deuxième étape.

Afin de comparer les résultats qualitatifs (ex., les signes et les ordres de grandeurs des coefficients) directement entre les modèles Tobit et Cragg, nous estimons également un ensemble d'effets marginaux moyens inconditionnels pour le modèle Cragg. Ceux-ci constituent les effets marginaux (conditionnels) de deuxième niveau pondérés par les effets marginaux moyens (conditionnels) de premier niveau. Les effets de ces deux niveaux peuvent être calculés dans un ensemble unique d'effets marginaux moyens. Les écarts-types des effets marginaux inconditionnels sont soumis à la méthode du bootstrap pour tenir compte de la procédure d'estimation à deux niveaux (Burke 2009).

Enfin, nous testons la robustesse de nos résultats en examinant si les effets du genre et de la génération sur l'utilisation des engrais diffèrent entre les parcelles de maïs et de sorgho. Nous appliquons le test Chow modifié (Greene 2003: 681) en estimant les modèles linéaires avec des sous-échantillons de données. Dans ce cas, la régression contrainte est la régression qui comprend à la fois les parcelles de maïs et de sorgho et la régression non contrainte et celles qui permet un processus d'utilisation sous-jacente d'engrais qui diffère par culture ; impliquant des régressions séparées. Le test Chow modifié est également un test du rapport de log vraisemblance dans le cas des modèles non linéaires comme le nôtre.

Nos données transversales ont l'avantage de permettre la collecte de données des parcelles auprès du même ménage de telle sorte que les comparaisons au niveau des parcelles contrôlent, dans une certaine mesure, les effets de l'hétérogénéité des ménages non observée.

Variables

Les définitions, moyennes et écarts-types des variables dépendantes et explicatives sont fournis dans le Tableau 1. L'utilisation d'engrais est mesurée comme une variable 0-1 et en termes d'intensité d'utilisation (en kg totaux par ha).

Dans la première régression, qui teste l'hypothèse I, la variable-indicateur désigne toute parcelle individuelle =1, parcelle commune=0. Dans la deuxième (hypothèse II), une variable-indicateur=1 si la parcelle est gérée individuellement par un homme membre de la famille non chef d'exploitation, et =0 autrement. Une autre variable-indicateur a la même structure pour les gérantes de parcelle. Dans la troisième régression (hypothèse III), trois variables-indicateur mesurent ce qui suit: 1) le gérant de la parcelle est âgé de 15 à 24 ans =1, s'il s'agit d'un autre groupe d'âge=0; 2) le gérant de la parcelle est l'épouse du chef d'exploitation (première ou deuxième prise en compte) =1, s'il s'agit d'un autre type de lien de parenté avec le chef d'exploitation=0; 3) le chef d'exploitation est le fils du chef d'exploitation =1, s'il s'agit d'un autre type de lien de parenté avec le chef d'exploitation=0.

Les caractéristiques **h** de l'EAF comprennent deux différentes mesures de richesse et une mesure du capital humain qui, selon nos attentes, devraient faciliter l'accès aux intrants tels que les engrais et leur utilisation. Les engrais sont volumineux, leur transport coûte cher et leur application exige beaucoup de main d'œuvre dans ce système agricole. La première est le nombre total d'unités de bétail converti en unités de bétail tropical en utilisant les facteurs de conversion UBT de la FAO, normalisée par ha et la valeur totale des ressources du ménage autres que le bétail, normalisée par la taille de l'EAF. La normalisation de ces variables permet de les formuler de manière comparable pour tous les ménages élargis puisque les deux sont très liés aux mesures de la taille (terre et personnes). Les ressources du ménage autres que le bétail comprennent l'équipement agricole, les biens matériels et les équipements de communication (téléphones mobiles, radio, télévision). Nous avons calculé la valeur de chaque articles pour chacune des catégories de biens de consommation en multipliant le nombre d'articles appartenant à l'EAF par un village (informant clé) et en faisant le total pour toutes les catégories.

Nous mesurons l'offre de main d'œuvre comme le nombre total d'adultes dans l'EAF âgés de 12 à 55 ans (que nous considérons comme des adultes « actifs »), une fois de plus normalisé par la taille de la zone exploitée par l'EAF. Par ailleurs, la zone emblavée en coton identifie le niveau d'engagement de l'EAF dans le programme du coton, facilitant ainsi l'accès aux intrants tels que l'engrais, mais également aux informations et conseils.

Puisque les caractéristiques des gérants de parcelles, l'âge et le genre sont inclus dans les variables-indicateurs, nous n'ajoutons que le niveau d'éducation primaire du gérant comme caractéristique *p*. Seuls 15% des gérants ont indiqué avoir fait l'école primaire. Par comparaison, le taux d'alphabétisation est de 48%. Les cours d'alphabétisation sont souvent dispensés par le biais des coopératives de producteurs de coton dans cette région du Mali et dépendent fortement de l'appartenance à la coopérative villageoise. L'éducation primaire est une mesure plus exclusive du capital humain.

Conformément au modèle de l'exploitation/entreprise familiale, les prix des engrais sont endogènes pour ces EAF et sont spécifiques au ménage car ils dépendent des coûts de transaction

qui varient avec les dotations en capital et l'accès aux structures de la coopérative y compris les subventions pour l'achat d'engrais. Pour gérer ce problème, nous avons construit une variable qui mesure le pourcentage de gérants de parcelle du village membres de coopératives. Les coopératives enregistrées, en comparaison des associations de producteurs, sont formellement reconnues par le gouvernement et donnent l'accès à un éventail de services financiers et d'information. Ces structures d'encadrement comprennent les structures de la compagnie cotonnière nationale (CMDT) et l'Office du Niger (ON), notamment (Thériault et al. 2016). Nous considérons que l'appartenance à ces organisations est un déterminant plus important de l'utilisation que les prix du marché observés pour les engrais. Les taux de participation du village aux coopératives influencent indirectement les prix pour l'ensemble des gérants de parcelles alors que les gérants de parcelles individuelles ne peuvent pas influencer ces taux. Selon Kelly et al. (2012: 47), « l'accès au crédit est un déterminant de l'utilisation d'engrais qui est plus important que le prix de l'engrais lui-même ». Les décisions de participation ont également précédé la saison de l'enquête.

Nous avons rajouté à la variable d'appartenance à la coopérative, la présence de marchés hebdomadaires dans ces communautés, y compris l'achat de biens auprès des commerçants et les autres formes d'échanges entre paysans. La vente groupée de biens moyennant une ristourne, l'arbitrage et les échanges non commerciaux sont des exemples.

III. Résultats

Analyse descriptive

Nous commençons par comparer les taux d'utilisation d'engrais entre (I) les parcelles communes et individuelles et entre (II) les parcelles individuelles gérées par les hommes et femmes non chefs de ménage dans le Tableau 2. Etant donné qu'il n'y a que 16 parcelles individuellement gérées par des hommes et qu'aucune des 192 parcelles gérées par les femmes ne sont emblavées en maïs, nous comparons l'utilisation d'engrais entre les parcelles de sorgho et celles de maïs dans leur intégralité dans le Tableau 3.

Un peu plus de la moitié des parcelles communes avaient reçu de l'engrais pendant la saison d'enquête (57.8%) par rapport à moins de la moitié pour les parcelles communes (45.7%) et la différence est statistiquement significative. En tenant compte des parcelles dont les valeurs concernant l'utilisation d'engrais étaient nulles ainsi que celles dont les étaient valeurs positives, la moyenne (inconditionnelle) en kg total d'engrais était cinq fois plus élevée dans les parcelles communes que dans les parcelles individuelles. En normalisant par zone de parcelle, les taux inconditionnels d'utilisation restent bien plus élevés, au niveau de la moyenne, dans les parcelles communes que dans les parcelles individuelles (~104 kg/ha et ~39 kg/ha, respectivement). Ne tenant compte que des valeurs positives, les taux conditionnels d'utilisation restent nettement deux fois plus élevés dans les parcelles communes (~180kg/ha vs. 85 kg/ha). Cependant, une fois qu'on contrôle pour les effets des cultures, il n'y a plus de différence entre les taux moyens d'utilisation dans les parcelles de sorgho communes et individuelles. En effet, le taux d'utilisation dans les parcelles de sorgho individuelles est plus élevé de quelques kg en moyenne.

En comparant les parcelles individuelles gérées par les hommes et celles gérées par les femmes non chefs de ménage dans le tableau 2, on constate que le montant total en kg d'engrais utilisés

par les hommes est deux fois plus élevé (51.1 v 25.4 kg). Les taux d'application d'engrais par ha, qu'ils soient conditionnels ou inconditionnels, ne diffèrent pas entre les deux groupes, bien qu'ils semblent être plus faibles pour le petit échantillon de parcelles individuelles gérées par des hommes.

L'utilisation d'engrais dans les parcelles de sorgho, qui sont les parcelles les répandue comparativement à celles de maïs, est illustrée dans le tableau 3. Les taux inconditionnels d'utilisation semblent plus élevés pour les épouses du chef d'exploitation et plus faibles pour les fils, par rapport aux autres membres dont les pères, les frères et les belles-filles. La figure 1 montre que les taux d'utilisation moyens inconditionnels grimpent par tranche d'âge (âgé de moins de 25 ans, 25 à 39 ans et 40 ans ou plus).

Le tableau 4 compare l'utilisation d'engrais par culture. Comme prévu, sur la base des données indiquées dans le tableau 2 et compte tenu du contexte décrit dans l'introduction, l'utilisation d'engrais dans les parcelles de maïs et de sorgho est largement différente. La probabilité d'utilisation est de ~85% dans les parcelles de maïs, par rapport à ~34% seulement dans les parcelles de sorgho. Les moyennes inconditionnelles des montants totaux appliqués sont neuf fois plus élevées pour le maïs que pour le sorgho; les moyennes inconditionnelles des taux d'utilisation par hectare sont de 177 kg/ha pour les parcelles de maïs et de 28 kg/ha pour les parcelles de sorgho. Les moyennes conditionnelles sont plus élevées: 211 kg/ha dans les parcelles de maïs et 83 kg/ha dans les parcelles de sorgho. Bien qu'on s'attende à ce que le sorgho réponde moins intensivement aux engrais que le maïs, l'explication la plus probable pour cette différence non négligeable est que l'engrais appliqué au sorgho n'était subventionné qu'à 33% par rapport à 100% pour le maïs (Thériault et al. 2015). C'est à dire, un chef d'EAF pourrait bénéficier d'une subvention pour l'achat d'engrais pour 1/3 de la superficie des terres cultivées en sorgho comparativement à la totalité de la superficie des terres emblavées en maïs.

La prochaine section analyse les effets des autres facteurs pour tester si les résultats sont valides dans un contexte multivarié.

Résultats des régressions

Avant de tester les hypothèses I-III, nous faisons des tests statistiques préliminaires sur la base du modèle de régression présenté dans la 1^{ère} partie, en excluant les variables-indicateurs. La première hypothèse nulle compare le modèle Cragg au modèle Tobit, qui force les coefficients des équations de probabilité d'utilisation et de celles d'intensité d'utilisation d'être les mêmes. Le test est réalisé en comparant la valeur de la fonction de log vraisemblance du modèle Tobit à la somme des valeurs dans les régressions Probit et tronquées. Nous ne pouvons pas accepter l'hypothèse nulle selon laquelle les paramètres de régression sont les mêmes pour la probabilité d'utilisation et celle de l'intensité d'utilisation. En utilisant les résultats de la régression, nous calculons les rapports de log vraisemblance de 43.5, 43.9, 42.4, avec un d.d.l. de 11, 12, 14, pour les hypothèses I-III, respectivement. Lorsqu'on évalue la loi de chi-carré avec ces valeurs, on obtient des valeurs p inférieures à 0.01 dans tous les trois cas.

Pour s'assurer de la validité de nos résultats et procéder à une comparaison entre les cultures, nous commençons également par tester si le processus sous-jacent détermine l'utilisation d'engrais dans les parcelles de maïs et de sorgho. Nous appliquons un test de Chow modifié qui

compare les régressions jointes à celles séparées par culture, rejetant l'hypothèse nulle selon laquelle le processus sous-jacent, expliquant l'utilisation d'engrais, est le même entre les parcelles de sorgho et de maïs. Dans toutes les trois hypothèses, la valeur p était de 0.00001. Les résultats des tests sont renforcés par les différences observables dans les déterminants statistiquement significatifs entre les deux régressions.

En conformité avec ces résultats, nous présentons les modèles Cragg, joints et séparés par culture (Tableaux 5-7), dans les tests des hypothèses I-III. Les effets marginaux moyens, qui nous permettent de comparer les coefficients des modèles Tobit and Cragg sont indiqués dans l'annexe.

Hypothèse I (Tableau 5). En regroupant les parcelles où les deux céréales sont emblavées et en contrôlant pour les effets des autres facteurs, les parcelles individuelles tendent à avoir une probabilité plus forte de recevoir de l'engrais et d'en recevoir plus intensivement. Cependant, en moyenne, la probabilité d'utilisation et les taux d'utilisation sont considérablement plus élevés dans les parcelles individuelles de *maïs* par rapport aux parcelles communes. Bien que la probabilité d'utilisation soit plus élevée dans les champs de sorgho individuels que dans les champs communs, les taux d'utilisation ne diffèrent pas significativement en moyenne. Les différences d'allocation de ressources entre les parcelles communes et individuelles ont été citées dans la littérature comme preuve de l'échec de réalisation de résultats « efficaces au sens de Pareto » dans les autres pays d'Afrique de l'Ouest. Il convient de signaler cependant que ces résultats se sont jusque-là focalisés sur les comparaisons de main d'œuvre et de rendements plutôt que sur l'utilisation d'engrais (Guirkinger et al. 2015; Kazianga et Wahhaj 2013; Udry 1996). Comme Guirkinger et al. (2015), nos résultats obtenus pour le maïs divergent avec ceux pour le sorgho. L'absence de différence dans le taux obtenu dans la parcelle de sorgho, qui est conditionnel à l'utilisation, témoigne de l'utilisation de la céréale comme aliment et cela de plus en plus par les femmes dans leurs parcelles, comme moyen de compléter leurs provisions alimentaires pour l'ensemble de l'EAF et de garantir également la sécurité alimentaire de leurs propres enfants.

Hypothèse II (Table 6). En faisant le total par culture et en différenciant par genre, l'intensité moyenne d'utilisation d'engrais est plus élevée dans les parcelles individuelles gérées par les femmes alors qu'elle est plus faible dans celles gérées par les hommes, par rapport aux parcelles communes (la catégorie omise). Une fois de plus, la différenciation par culture révèle que des probabilités et taux d'utilisation plus faibles dans les parcelles, gérées par les hommes non chefs de ménages, sont observés dans les parcelles de maïs. Puisqu'aucune des parcelles individuelles de maïs n'est gérée par des femmes, l'utilisation plus importante d'engrais par les femmes est observée dans les champs de sorgho. Comme noté plus haut, les parcelles de ces deux cultures sont petites et l'arachide y est fréquemment associée au maïs (0.69 vs. 1.92 ha pour les champs gérés par le chef d'exploitation ou la personne le représentant, en moyenne). De plus, la recherche ethnographique suggère que ces champs pourraient servir de « réserves de nourriture » comme complément de la production dans les champs de sorgho plus vastes et collectivement gérés par l'ensemble de la famille élargie. En outre, les femmes mariées réalisent le plus gros de leurs revenus à partir de ces champs.

Hypothèse III. (Tableau 7). Au lieu du type de gestion de la parcelle, les régressions présentées dans le tableau 7 mettent en évidence les caractéristiques du gérant de la parcelle, notamment sa

tranche d'âge et son lien de parenté avec le chef d'exploitation. Les gérants âgés de moins de 25 ans appliquent des taux d'engrais plus faibles par ha, mais cela concerne les parcelles de maïs plutôt que celles de sorgho. De même, chez les fils des chefs d'exploitation, on observe des taux d'utilisation plus faibles dans les champs de sorgho qui leurs sont alloués. Généralement, on s'attend à ce que les jeunes aient moins de pouvoir de décision et de négociation dans l'EAF. Ils pourraient également avoir d'autres opportunités d'emploi en dehors de l'exploitation qui pourraient générer des revenus plus élevés. D'une manière générale, l'intensité de l'utilisation d'engrais est considérablement plus importante pour les épouses des chefs d'exploitation par rapport aux autres membres de la famille qui gèrent les parcelles et ceci concerne les parcelles de sorgho plutôt que celles de maïs.

Autres résultats. Les signes d'autres facteurs et leur signification statistique sont identiques dans ces trois régressions. Les effets des cultures sont évidents; la régression jointe montre l'effet considérable et très statistiquement significatif du maïs sur la probabilité d'utilisation des engrais et les taux d'utilisation. Le taux de réponse aux engrais est plus élevé pour le maïs que pour le sorgho, mais les subventions favorisent également le maïs par rapport au sorgho (100% de la superficie de l'EAF en hectares emblavée en maïs a droit à des subventions pour l'achat d'engrais par rapport à seulement 33% de celle emblavée en sorgho). La superficie emblavée en coton par l'EAF est également statistiquement significative dans les régressions jointes et celles du maïs, illustrant le rapport historique des structures et services de vulgarisation pour les deux cultures.

Pour ce qui est des autres caractéristiques des gérants de parcelles, l'éducation détermine de façon significative si l'engrais sera utilisé ou non dans les parcelles de sorgho, mais nous n'observons ce résultat que dans une seule régression. Le sorgho étant subventionné à un niveau plus faible et n'étant pas associé au programme du coton, ce résultat reflète l'accès des gérants de parcelles de sorgho aux informations et connaissances indépendamment des programmes de subvention et de coton tels que les semences de sorgho améliorées. La faiblesse statistique générale de la variable d'éducation, qui est surprenante, pourrait traduire le fait que d'autres variables telles que la jeunesse, le genre et le lien de parenté avec le chef d'exploitation (épouse, fils) captent ses effets.

La distance de la parcelle par rapport à la maison est positivement liée à l'utilisation d'engrais dans la plupart des régressions. Puisque les parcelles situées plus près des maisons ont tendance à recevoir plus d'engrais biologique que les parcelles éloignées, ce résultat suggère que le ménage considère les engrais biologiques et minéraux comme des substituts, au moins dans la limite des quantités utilisées. Les coûts de transport du fumier dans les champs éloignés sont plus élevés. Il se pourrait également que les gérants choisissent d'appliquer l'engrais là où ils s'attendent à des résultats plus positifs, dans les champs plus éloignés qui ont été moins intensivement cultivés. Dans notre dernière régression des quantités d'engrais plus importantes sont appliquées dans les champs de maïs, où les gérants ont investi dans les sols et dans les systèmes d'eau pour retenir l'humidité et les nutriments, vu que ces investissements ont tendance à constituer des intrants complémentaires.

En ce qui concerne les caractéristiques du ménage, le nombre d'unités de bétail tropical possédé par hectare, qui est un signe de richesse, est caractérisé par un lien positif faible avec l'utilisation d'engrais dans son ensemble et un lien plus fort avec l'intensité d'utilisation dans les parcelles de

sorgho. Nous interprétons ces résultats comme un indicateur selon lequel la richesse facilite l'accès aux engrais, jouant un plus grand rôle dans la production de sorgho, car cette céréale est moins favorisée par le programme de subventions et/ou de coton. De même, la valeur des biens de l'EAF est positivement liée aux taux d'utilisation et notamment dans les champs de sorgho. La disponibilité plus importante de la main d'œuvre, normalisée par taille d'exploitation réduit la probabilité d'utilisation d'engrais dans un champ de maïs. Ceci pourrait mesurer la concurrence entre les cultures autres que le maïs et le sorgho. Un signe significatif et positif dans n'importe quelle régression aurait indiqué une contrainte de main d'œuvre.

Outre le gérant de la parcelle et la culture, les caractéristiques du village sont des indices importants d'utilisation d'engrais. Notamment, la présence d'un marché hebdomadaire dans le village a une incidence majeure sur l'utilisation d'engrais pour les deux cultures combinées, sur les probabilités d'utilisation et sur les taux d'utilisation dans les champs de maïs mais également sur la probabilité d'utilisation d'engrais dans les champs de sorgho. Ce résultat est important puisqu'il indique l'opportunité pour le sorgho de devenir une culture plus commercialisée.

Comme prévu, le pourcentage de gérants de parcelles du village appartenant à des coopératives agricoles a une incidence très forte sur l'intensité d'utilisation moyenne, notamment dans les parcelles de maïs, influençant ainsi toutes les deux cultures combinées. Dans cette région, bien qu'il y ait plusieurs types d'organisations paysannes, les coopératives agricoles servent de circuits de vulgarisation, d'octroi de crédit et de subventions pour l'achat d'engrais. Les villages bien organisés reçoivent plus de formation et de services. Reflétant la prédominance du programme de coton, cette incidence concerne principalement les parcelles de maïs et n'est pas statistiquement significative pour le sorgho.

Les comparaisons des modèles Tobit initiaux pour les trois hypothèses (les deux céréales) avec des effets marginaux moyens inconditionnels sont présentées dans le tableau de l'annexe 1. Le seuil de signification statistique et la direction de l'effet sont généralement identiques bien que les ordres de grandeur des coefficients semblent différents. Ainsi nous trouvons des effets attendus inconditionnels identiques à ceux des modèles Tobit et Cragg, mais préférons maintenir les résultats qualitatifs du modèle à deux limites pour des raisons statistiques et d'interprétation.

IV. Conclusions

L'objectif de ce document est d'examiner l'intensification agricole dans les entreprises familiales complexes en nous focalisant sur le genre et la tranche d'âge. Nous testons trois hypothèses en comparant l'utilisation d'engrais chez les membres des familles élargies dans les exploitations de la Savane soudanienne malienne. D'abord, nous testons si les probabilités d'adoption et d'intensité de l'utilisation d'engrais diffèrent par type de gestion de parcelle (commune, individuelle). Deuxièmement, nous sommes en mesure de différencier les parcelles individuelles gérées par les hommes et les femmes non chefs de ménage, en testant le rôle du genre tout en contrôlant pour les effets du type de gestion de parcelle. Troisièmement, nous testons les effets de la jeunesse (« génération ») et du statut du gérant de parcelle dans le ménage (lien de parenté avec le chef d'exploitation, y compris l'épouse ou le fils). Nous contribuons à la littérature économique sur le processus de prise de décision dans la région en testant les hypothèses sur la jeunesse ainsi que sur le genre et en comparant l'utilisation d'intrants plutôt que la productivité.

Pour tester nos hypothèses, nous utilisons les données de 1305 parcelles de maïs et de sorgho emblavées par 623 exploitations agricoles familiales de 58 villages de la Savane soudanienne. Nous appliquons les méthodes économétriques linéaires pour pouvoir tenir compte de la grande concentration de valeurs nulles dans l'utilisation d'engrais et testons si une spécification Tobit ou Cragg est mieux adaptée aux données. Dans tous les cas, nous trouvons que a) le modèle à deux limites et b) les régressions séparées pour le maïs et le sorgho rajoutent une valeur et une signification statistiques à notre analyse.

En comparant les taux d'utilisation au niveau de la moyenne, les résultats révèlent que les parcelles communes reçoivent de l'engrais plus fréquemment et ont des taux d'utilisation inconditionnels par ha bien plus élevés que dans les parcelles individuelles gérées soit par les hommes soit par les femmes. Cependant, lorsque nous regardons de plus près les parcelles de sorgho, les taux d'utilisation inconditionnels sont identiques pour les parcelles communes et les parcelles individuelles des femmes. Aucune des femmes de notre échantillon ne gérait des parcelles de maïs. Bien que cela ne puisse pas être le cas dans un échantillon plus large d'EAF, l'histoire du maïs comme une culture ayant été introduite dans le système de la culture du coton nous amène à prévoir que les parcelles de maïs des femmes soient rares, malgré l'importance croissante du maïs comme culture servant d'aliment de base dans les exploitations. En général, les taux d'utilisation d'engrais par ha sont beaucoup plus élevés dans les parcelles de maïs, reflétant le statut particulier du maïs au niveau de la filière coton (Thériault et al. 2015). Comme première culture de rotation, le maïs profite également des résidus d'engrais appliqués au coton lors de la saison précédente. Le maïs est suivi du sorgho ou du mil comme culture de rotation dans le système de production du coton.

En contrôlant pour les effets des autres facteurs dans les régressions multivariées, nous trouvons que lorsque les deux parcelles sont combinées, les taux d'utilisation d'engrais sont plus élevés dans les champs individuels que dans les champs communs. Cependant, lorsque nous estimons les modèles séparés pour les parcelles de maïs et de sorgho, nous apprenons que les taux observés dans les parcelles individuelles de sorgho sont plus élevés alors que ceux des parcelles individuelles de maïs sont plus faibles par rapport aux parcelles communes des deux céréales respectives.

En explorant davantage ce résultat, les taux d'utilisation plus élevés sont observés dans les parcelles de sorgho des femmes, dont la taille a tendance à être inférieure au tiers de celle des parcelles communes et où l'arachide y est souvent associée au sorgho et servent de « réserves de nourriture » pour la famille élargie au cas où les récoltes des champs communs plus vastes seraient insuffisantes. Par contre, les taux d'utilisation plus faibles sont observés dans les champs de maïs gérés par les hommes non chefs de ménage. Il est intéressant de noter que lorsque nous « disséquons » ces résultats, les données suggèrent que les gérants de parcelles âgés de moins de 25 ans ont des taux d'utilisation d'engrais plus faibles par ha dans les champs de maïs et les fils des taux plus faibles par ha dans les champs de sorgho. En contrôlant pour les effets de ces facteurs et d'autres, les épouses de chef d'exploitation ont des taux d'utilisation plus élevés dans les parcelles de sorgho.

Le mode d'élaboration et de mise en œuvre des politiques agricoles influent beaucoup sur l'adoption d'engrais. Compte tenu du fait que les engrais subventionnés sont fournis au chef de l'EAF seulement et que toutes les zones cultivées en maïs y ont droit, le programme de

subventions pour l'achat d'engrais tend à négliger les jeunes, les femmes et les cultures alimentaires moins commercialisées. Le sorgho fait partie du programme de subventions, mais à des taux de couverture plus faible (Thériault et al. 2015). En tant que tel, l'accès aux engrais subventionnés dans l'exploitation agricole familiale (EAF) dépend entièrement des négociations intra-ménages entre le chef de l'EAF et ses membres. Une façon d'encourager l'utilisation chez les jeunes et les femmes serait d'améliorer l'accès direct aux engrais subventionnés à travers l'allocation d'un quota. Par exemple, X% de subventions totales en engrais, obtenues par chaque EAF, seraient allouées aux femmes et aux jeunes. Une autre méthode serait d'élargir la couverture des subventions aux cultures plus susceptibles d'être cultivées par les jeunes et les femmes. A court terme, l'amélioration de l'accès aux subventions d'engrais pourrait être utile, mais ne constituerait pas, à long terme, une solution viable pour améliorer l'utilisation d'engrais. Les politiques agricoles doivent donner la priorité à la levée des obstacles qui empêchent les paysans, dont les femmes et les jeunes, d'accéder aux intrants et de les utiliser. Par exemple, le fait d'améliorer la participation des femmes et des jeunes aux coopératives paysannes pourrait faciliter leur accès au crédit et aux services d'informations, mais tout en reconnaissant l'importance de maintenir la cohésion de la structure de l'entreprise familiale qu'est l'EAF. Les services de vulgarisation doivent être plus inclusifs et axés sur les cultures plus susceptibles d'être cultivées par les jeunes et les femmes.

L'analyse présentée ici soulève un nombre de questions pour les futurs travaux de recherche. Les taux d'utilisation différentiels chez les gérants de parcelles dans les exploitations familiales élargies révèlent-ils l'inefficacité de la prise de décision économique ? Si nous contrôlons pour les effets de toutes les caractéristiques de la parcelle, du gérant de parcelle et du ménage, nous nous attendons à ce que les taux d'utilisation soient les mêmes entre les parcelles où la même culture est cultivée, lorsque les familles ont obtenu des résultats coopératifs. Des informations supplémentaires sur les sols pourraient affecter nos résultats. Les taux d'utilisation plus élevés chez les femmes (plus faibles chez les jeunes) sont-ils liés à une erreur de calcul, des modèles de cultures intercalaires, une technologie de production différente ou divers prix fictifs ? Les taux différentiels d'utilisation sont-ils également observés dans d'autres zones agricoles du Mali et dans des cultures autres que le sorgho ou le maïs ? Les travaux dans les champs communs sont-ils de moins en moins viables ? Assisterons-nous à une individualisation plus poussée des parcelles comme ce fut le cas dans la riziculture ?

Les résultats soulèvent également des questions concernant la politique de sécurité alimentaire. Une bonne compréhension de l'adoption et de l'intensification de la production de cultures alimentaires, au sein des ménages ainsi que d'un ménage à l'autre, est importante pour l'avenir de l'agriculture au Mali. Par quel mécanisme la participation des femmes et des jeunes doit-elle être renforcée dans les programmes existants ? Une recherche et une discussion politique plus poussées, y compris une analyse qualitative et quantitative, sont nécessaires pour répondre à cette question. Les normes sociales évoluent mais elles sont également hétérogènes. Par exemple, dans les interviews avec les répondants clé menées dans les villages retenus pour l'étude, l'équipe de recherche a trouvé trois modèles de prise de décision capitale pour l'allocation d'engrais obtenus à travers le processus de subventions. Dans le premier, le chef prend en compte tous les champs de son exploitation et répartit les quantités d'engrais reçues en fonction de la demande des gérants. Puis, il se fait rembourser par eux (chacun selon la quantité qu'il a reçue). Dans le second, le chef prend sur lui-même la décision d'augmenter la quantité qu'il demande et répartit en fonction des priorités (surtout des femmes: la plus vieille est celle qui

est la plus encline à avoir un champ; généralement les plus jeunes n'ont pas de champ individuel). Dans le troisième cas, le chef demande de l'engrais seulement pour les champs communs et les femmes doivent acheter leur engrais sur le marché. Chacun de ces cas concerne des zones qui sont encadrées par la CMDT, où l'engrais, qui est donné à crédit, est remboursé avec le coton. Seules les demandes des personnes fiables peuvent être prises en compte par le chef d'exploitation.

Bibliographie

- Abeles, M. et Collard, C. 1985. Age, pouvoir et société en Afrique Noire. Edition Karthala : Paris.
- Bennell P. 2010. Investing in the Future: Creating Opportunities for Young Rural People. Report done for the International Fund for Agricultural Development, Décembre.
- Boughton, Duncan. 1994. A Commodity Sub-sector Approach to the Design of Agricultural Research : The Case of Maize in Mali. PhD Dissertation. Michigan State University.
- Burke, W. J. 2009. Fitting and interpreting Cragg's Tobit alternative using Stata. *The Stata Journal* 9 (4): 584-592.
- Cragg, J.G. 1971. Some statistical models for limited dependent variables with application to demand for durable goods. *Econometrica* 39 (5): 829-44.
- Donovan, M. 2010. Disseminating seeds of innovation and empowerment: Strategies for achieving a gender-sensitive participatory plant breeding program in Mali, West Africa. Masters Thesis, Professional Studies in International Agriculture and Rural Development, Cornell University, Ithaca, New York.
- Diallo, A. 2011. An Analysis of the Recent Evolution of Mali's Maize Sector. Plan B. MS thesis, Michigan State University.
- FAOSTAT.2015. Base de données.
- Foltz, J., U. Aldana, et P. Laris. 2012. The Sahel's Silent Maize Revolution: Analyzing Maize Productivity in Mali at the Farm-Level. Document de travail 17801. <http://www.nber.org/papers/w17801>.
- Greene, W.H. 2003. *Econometrics Analysis*. Cinquième édition. Prentice Hall: New Jersey.
- Guirkinger, C et J.-P. Platteau. 2014. The effects of land scarcity on farm structure: Empirical evidence from Mali. *Economic Development and Cultural Change* 62(2): 195-238.
- Guirkinger, C., J.-P. Platteau, et T. Goetghebuer. 2015. Productive inefficiency in extended agricultural households: Evidence from Mali. *Journal of Development Studies* 116 (2015): 17-27.
- Bureau International du Travail (BIT). 2007. African Employment Trends. Accédé en ligne le 18 avril 2016 at: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_elm/---trends/documents/publication/wcms_114278.pdf
- Kazianga, H., et Wahhaj. 2013. Gender, social norms, and household production in Burkina Faso. *Economic Development and Cultural Change*, 61(3): 539-576.
- Kelly, V., Murekezi, A., Mensope, N., Perakis, S., Matheret, D., 2012. Cereal market dynamics: the Malian experience from the 1990s to present. International Development Working Paper 128, Michigan State University, Lansing MI.
- Koulibali, C., Sanders, J., Prekel, P., Baker, T., 2011. Cotton price policy and new cereal technology in the Malian Cotton Zone. Papier sélectionné préparé pour présentation lors de la réunion annuelle de l'association américaine de l'agroéconomie, Pittsburgh, Pennsylvanie.
- Laris, P., J.D. Foltz, et B. Voorhees. 2015. Taking from cotton to grow maize: The shifting practices of small-holder farmers in the cotton belt of Mali. *Agricultural Systems* 133 (2015) 1–13.
- Proctor F. et Lucchesi V. 2012. Small-Scale Farming and Youth in an Era of Rapid Rural Change. Knowledge Programme Small Producer Agency in the Globalised Market, International Institute for Environment and Development (IIED), Londres.

- Siart, S. 2008. Strengthening local seed systems: Options for enhancing diffusion of variety diversity of sorghum in Southern Mali. Margraf Publishers, GmbH, Scientific books
- Some, Hermann. 2011. Analyse de la diversité variétale de sorgho au niveau des villages et des ménages des régions de Dioïla et Mande. Mémoire de fin de cycle, Institut Sous-régional de Statistique et d'Économie Appliquée, Yaoundé, Cameroun
- Staatz, J., Kelly, V., Boughton, D., Dembélé, N.N., Sohlberg, M., Berthé, A., Skidmore, M., Diarra, C.O., Murekezi, A., Richardson, R., Simpson, B., Perakis, S., Diallo, A.M., Adjao, R., Sako, M., Me-Nsopé, N., et Coulibaly, J. 2011. Evaluation du secteur agricole du Mali 2011. Michigan State University, Food Security Group. Rapport. Novembre.
- Tefft, J. 2010. White gold: Cotton in Francophone West Africa. In Haggblade S., and Hazell, P. B. R. (Eds.), *Successes in African Agriculture: Lesson for the Future*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Tschirley, D., Poulton, C. et Labaste, P. 2009. *Organization and Performance of Cotton Sector in Africa: Learning from Reform Experience*. Washington, DC: Banque Mondiale
- Theriault, V. et J. A. Sterns. 2012. The Evolution of Institutions in the Malian Cotton Sector: An Application of John R. Commons's Ideas. *Journal of Economic Issues*, 46(4):941-965.
- Thériault, V., Kergna, A., Traore, A., Teme, B., et Smale, M. 2015. Revue de la structure et de la performance de la filière engrais au Mali. Laboratoire d'innovation FSP, Document Mali-2015-2.
- Udry, C. 1996. Gender, agricultural production, and the theory of the household. *Journal of Political Economy* 104 (5): 1010-1046.
- United Nations Economic Commission for Africa (UNECA) and United Nations Programme on Youth (UNPY). 2011. Regional Overview: Youth in Africa. Fact Sheet, International Year of Youth. Accédé en ligne le 18 avril 2016 à l'adresse suivante: <http://social.un.org/youthyear/docs/Regional%20Overview%20Youth%20in%20Africa.pdf>
- Van den Broek, E. 2009. Gender in development: The case study of ICRISAT's development initiatives for female sorghum producers in Mali. Master of Science Thesis, Rural Development Sociology. Wageningen University.
- Wooldridge, J. 2010. *Econometric Analysis of Cross-section and Panel Data*. Second Edition. Cambridge MA: The MIT Press.

Tableau 1. Définition des variables

Variable	Définition
Utilisation d'engrais (0,1)	Utilisation d'engrais=1, autrement=0
Intensité d'utilisation (>0)	Engrais totaux kg/ha, >0
Type de gestion de la parcelle	
Individuelle	Champs gérés par une personne==1, parcelle gérée par le chef de l'EAF ou la personne le représentant=0
Individuelle, homme	Parcelle gérée individuellement par un homme non chef de l'EAF ou une personne le représentant=1, autrement=0
Individuelle, femme	Parcelle gérée individuellement par une femme, non chef d'exploitation ou personne désignée=1, autrement=0
Jeunes	âge du gérant de la parcelle moins de 25=1, autrement=0
Epouse	Parcelle gérée par la première ou la deuxième épouse du chef d'exploitation=1, autrement=0
Education du gérant de la parcelle	Gérant de la parcelle ayant fait l'école primaire=1; autrement=0
Champs de maïs	Parcelle emblavée en maïs=1, autrement=0
Unités de bétail de l'EAF par ha	Nombre d'animaux par type converti en unités de bétail tropical selon la FAO
Parcelle dotée d'une structure SWC	Parcelle dotée de cordons pierreux, de zaï, de haie brise-vent ou d'autres structures
Minutes de maison à parcelle	Distance de la maison aux champs en minutes
Ha de l'EAF cultivés en coton	Ha totaux cultivés en coton par l'EAF pendant la saison d'enquête
Ressources de l'EAF par tête	Ressources autres que le bétail, dont les équipements, biens matériels et matériels de communication
Adultes actifs par ha	Nombre d'adultes dans l'EAF âgés de 12 à 55 ans (inclusif)/surface totale exploitée par l'EAF
Marchés villageois	Village accueillant des marchés hebdomadaires =1, 0 à défaut
Appartenance à une coopérative villageoise	Pourcentage de gérants de la parcelle appartenant à une coopérative

Source: Auteurs.

Tableau 2. Utilisation d'engrais (kg) dans les parcelles communes et individuelles, y compris celles de sorgho et de maïs

	Commune	Individuelle	Individuelle, homme	Individuelle, femme	Valeur p, 1 v 2	Valeur p, 3 v 4
	(1)	(2)	(3)	(4)		
% traités en engrais	57.8	45.7	43.8	45.8	0.001	0.872
inconditionnel, total kg	154	27.3	51.1	25.4	0.000	0.045
inconditionnel, kg/ha	104	38.7	29.2	39.5	0.000	0.505
conditionnel, kg/ha	180	84.7	66.7	86.1	0.000	0.425
conditionnel, kg/ha, parcelles de sorgho	82.3	85.2	69.1	86.1	0.772	0.552

Source: Auteurs. Conditionnel ne considère que les valeurs positives; inconditionnel comprend « aucune utilisation ».

Remarques: le test sur les pourcentages est celui de Pearson chi, les autres sont la différence de moyennes, les tests t.

Les sous-échantillons de parcelles individuelles sont trop petits pour tester les différences de type de gestion dans les parcelles de maïs.

Tableau 3. Utilisation d'engrais (kg) dans les parcelles de sorgho par lien de parenté du gérant avec le chef d'exploitation

	Moyenne	n
Chef d'exploitation	23.1	380
1 ^{ère} épouse	39.4	109
2 ^{ème} épouse	49.5	48
Fils	17.8	80
Père	38.2	3
Frère	31.9	79
Belle-fille	26.0	35
Tous	27.8	734

Source: Auteurs.

Remarques: Le tableau présente les moyennes conditionnelles (y compris les valeurs nulles).

Tableau 4. Utilisation d'engrais (kg) dans les parcelles de sorgho et de maïs, y compris les parcelles à la fois communes et individuelles

	Maïs	Sorgho	Test	Valeur p
% traités en engrais	84.6	33.5	Pearson chi	0.000
Inconditionnel, total kg	268	30.6	différence de moyenne, t	0.000
inconditionnel, kg/ha	177	27.8	différence de moyenne, t	0.000
conditionnel, kg/ha	211	83.4	différence de moyenne, t	0.000

Source: Auteurs. Conditionnel ne tient compte que des valeurs positives; inconditionnel comprend « aucune utilisation ».

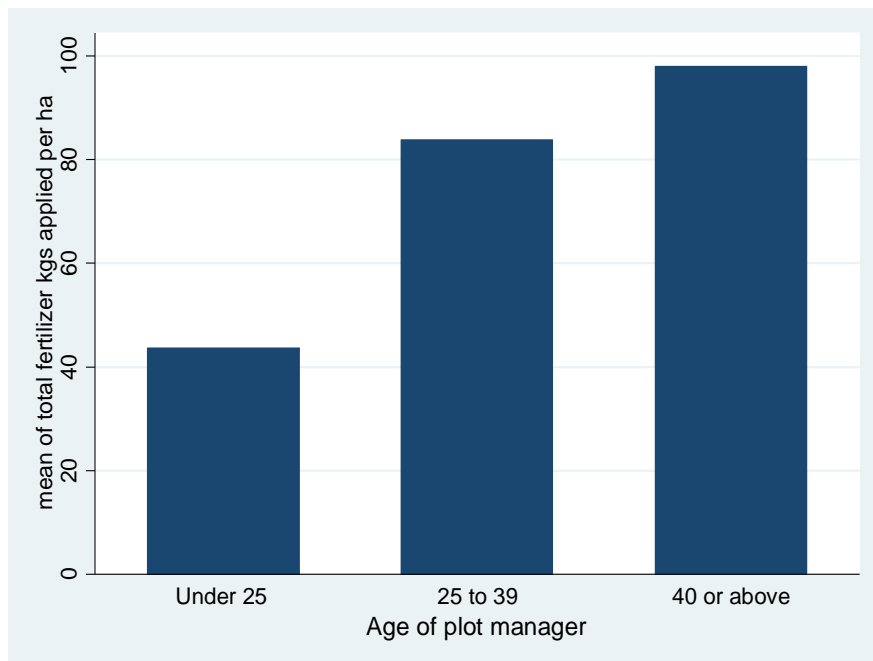


Figure 1. Moyenne inconditionnelle d'utilisation d'engrais, kg/ha, par âge du gérant de la parcelle

Translation of figure :

Mean of total fertilizer kgs applied per ha: moyenne totale de kilogrammes d'engrais appliqués par ha

Under 25: moins de 25 ans; 25 to 39 : de 25 à 39 ans ; 40 or above : 40 ans et plus

Age of plot manager : âge du gérant de la parcelle

Tableau 5. Hypothèse I: Modèles Cragg expliquant l'utilisation d'engrais par type de gestion de la parcelle

	Les deux cultures		Maïs		Sorgho	
	Utilisation (0,1)	Kg/ha (>0)	Utilisation (0,1)	Kg/ha (>0)	Utilisation (0,1)	Kg/ha (>0)
Individuelle	0.489*** (0.110)	0.181** (0.0853)	-1.427** (0.591)	-1.419*** (0.375)	0.469*** (0.115)	0.182 (0.113)
Education du gérant de la parcelle	0.0114 (0.108)	-0.0358 (0.0649)	0.00527 (0.195)	0.0847 (0.0673)	0.0795 (0.136)	-0.245* (0.130)
Champs de maïs	1.597*** (0.0884)	1.139*** (0.0586)				
Unités de bétail de l'EAF par ha	0.0621* (0.0327)	0.0168 (0.0193)	0.0755 (0.0537)	-0.0133 (0.0186)	0.0400 (0.0415)	0.149*** (0.0472)
Parcelle dotée de structure SWC	0.00706 (0.103)	0.0888 (0.0602)	0.133 (0.194)	0.0977* (0.0586)	-0.0256 (0.132)	0.0820 (0.140)
Minutes maison à parcelle	0.00107 (0.00219)	0.00541** (0.00148) *	0.0106** (0.00494)	0.00322** (0.00151)	-0.00380 (0.00268)	0.0109*** (0.00308)
Avoirs de l'EAF en coton	0.0526*** (0.0179)	0.0241** (0.0102)	0.212*** (0.0552)	0.0156 (0.0103)	0.0365* (0.0217)	0.0480** (0.0213)
Ressources de l'EAF par tête	-0.0659 (0.0592)	0.112*** (0.0367)	-0.163 (0.107)	0.0469 (0.0386)	-0.0443 (0.0743)	0.221*** (0.0744)
Adultes actifs par ha	0.00135 (0.0602)	0.00743 (0.0349)	-0.174** (0.0887)	-0.00751 (0.0398)	0.123 (0.0807)	0.00688 (0.0614)
Marché villageois	0.374*** (0.101)	0.155*** (0.0575)	0.501** (0.211)	0.140** (0.0582)	0.376*** (0.123)	0.160 (0.123)
Appartenance à une coopérative villageoise	0.277 (0.192)	0.293** (0.119)	1.125*** (0.342)	0.408*** (0.119)	-0.363 (0.249)	-0.0434 (0.260)
Constante	-0.880***	3.576***	0.393	4.833***	-0.626***	3.287***

	(0.166)	(0.109)	(0.251)	(0.101)	(0.208)	(0.207)
Observations	1,301	1,301	570	570	731	731

Ecart-types en parenthèses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tableau 6. Hypothèse II: Modèles Cragg expliquant l'utilisation d'engrais par type de gestion de la parcelle et par genre

	<u>Les deux cultures</u>		<u>Maïs</u>		<u>Sorgho</u>	
	Utilisation (0,1)	Kg/ha (>0)	Utilisation (0,1)	Kg/ha (>0)	Utilisation (0,1)	Kg/ha (>0)
Individuelle, femme	0.542*** (0.113)	0.257*** (0.0869)			0.464*** (0.117)	0.206* (0.114)
Individuelle, homme	-0.0678 (0.327)	-0.669*** (0.242)	-1.427** (0.591)	-1.419*** (0.375)	0.569 (0.406)	-0.275 (0.356)
Niveau d'instruction du gérant de la parcelle	0.0377 (0.109)	-0.0108 (0.0646)	0.00527 (0.195)	0.0847 (0.0673)	0.0765 (0.137)	-0.213 (0.132)
Champs de maïs	1.612*** (0.0888)	1.153*** (0.0582)				
Unités de bétail de l'EAF par ha	0.0613* (0.0327)	0.0149 (0.0192)	0.0755 (0.0537)	-0.0133 (0.0186)	0.0405 (0.0415)	0.142*** (0.0474)
Parcelle dotée de structure SWC	0.00924 (0.103)	0.0886 (0.0597)	0.133 (0.194)	0.0977* (0.0586)	-0.0250 (0.132)	0.0787 (0.139)
Minutes de maison à parcelle	0.000914 (0.00219)	0.00545** (0.00147) *	0.0106** (0.00494)	0.00322** (0.00151)	-0.00379 (0.00268)	0.0110*** (0.00307)
Avoirs de l'EAF en coton	0.0519*** (0.0180)	0.0240** (0.0101)	0.212*** (0.0552)	0.0156 (0.0103)	0.0367* (0.0217)	0.0467** (0.0213)
Ressources de l'EAF par tête	-0.0669 (0.0592)	0.113*** (0.0364)	-0.163 (0.107)	0.0469 (0.0386)	-0.0445 (0.0743)	0.227*** (0.0743)
Adultes actifs par ha	-0.00175 (0.0601)	0.00544 (0.0346)	-0.174** (0.0887)	-0.00751 (0.0398)	0.123 (0.0808)	0.00508 (0.0612)
Marché villageois	0.375*** (0.101)	0.153*** (0.0569)	0.501** (0.211)	0.140** (0.0582)	0.377*** (0.123)	0.154 (0.123)
Appartenance à une	0.270	0.283**	1.125***	0.408***	-0.361	-0.0415

coopérative villageoise						
	(0.192)	(0.118)	(0.342)	(0.119)	(0.249)	(0.259)
Constante	-0.879***	3.569***	0.393	4.833***	-0.627***	3.291***
	(0.166)	(0.108)	(0.251)	(0.101)	(0.208)	(0.206)
Observations	1,301	1,301	570	570	731	731

Ecarts-types en parenthèses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Table 7. Hypothèses III: Modèles Cragg expliquant l'utilisation d'engrais par âge et par lien de parenté par rapport au chef d'exploitation

	Les deux cultures		Maïs		Sorgho	
	Utilisation (0,1)	Kg/ha (>0)	Utilisation (0,1)	Kg/ha (>0)	Utilisation (0,1)	Kg/ha (>0)
Jeune	0.0218 (0.225)	-0.344** (0.161)	-0.233 (0.432)	-0.444** (0.215)	0.186 (0.262)	-0.381 (0.253)
Epouse	0.516*** (0.121)	0.285*** (0.0906)			0.457*** (0.126)	0.168 (0.117)
Fils	0.00530 (0.124)	-0.115 (0.0749)	-0.205 (0.205)	-0.0196 (0.0765)	0.141 (0.160)	-0.350** (0.162)
Niveau d'instruction du gérant de la parcelle	0.0325 (0.109)	-0.0309 (0.0645)	-0.0905 (0.189)	0.0638 (0.0681)	0.0834 (0.136)	-0.212 (0.129)
Champs de maïs	1.579*** (0.0874)	1.145*** (0.0564)				
Unités de bétail de l'EAF par ha	0.0594* (0.0330)	0.0278 (0.0197)	0.0734 (0.0522)	-0.00463 (0.0196)	0.0290 (0.0419)	0.161*** (0.0471)
Parcelle dotée de structure SWC	-0.00109 (0.103)	0.0881 (0.0595)	0.128 (0.193)	0.109* (0.0592)	-0.0405 (0.132)	0.0326 (0.137)
Minutes maison à parcelle	0.00102 (0.00218)	0.00510*** (0.00147)	0.0112** (0.00496)	0.00305** (0.00153)	-0.00382 (0.00267)	0.0103*** (0.00304)
Avoirs de l'EAF en coton	0.0531*** (0.0180)	0.0229** (0.0101)	0.202*** (0.0544)	0.0128 (0.0105)	0.0370* (0.0217)	0.0474** (0.0210)
Ressources de l'EAF par tête	-0.0723 (0.0594)	0.122*** (0.0369)	-0.141 (0.108)	0.0685* (0.0394)	-0.0550 (0.0745)	0.242*** (0.0745)
Adultes actifs par ha	-0.00510 (0.0599)	0.00496 (0.0346)	-0.160* (0.0890)	-0.00483 (0.0403)	0.112 (0.0800)	-0.00259 (0.0602)
Marché villageois	0.362*** (0.101)	0.134** (0.0573)	0.474** (0.210)	0.133** (0.0592)	0.374*** (0.124)	0.104 (0.122)
Appartenance à une coopérative villageoise	0.226 (0.189)	0.300** (0.117)	1.180*** (0.341)	0.443*** (0.119)	-0.444* (0.245)	-0.0874 (0.252)
Constante	-0.818*** (0.163)	3.574*** (0.106)	0.369 (0.252)	4.793*** (0.102)	-0.546*** (0.203)	3.376*** (0.199)
Observations	1,301	1,301	570	570	731	731

Écart-types en parenthèses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tableau annexe 1. Effets marginaux moyens de Tobit et Cragg, Hypothèses I-III, cultures combinées

	Effets marginaux moyens, méthode de bootstrap				Effets marginaux moyens, méthode de bootstrap				
	Méthode Tobit, Delta		Méthode Tobit, Delta		Méthode Tobit, Delta		Méthode Tobit, Delta		
	coeff	Valeur p	coeff	Valeur p		Coef.	Valeur p	Coef.	Valeur p
Hypothèse I					Hypothèse III				
Individuelle	.7482046	0.000	1.580813	0.000	Jeune	-.163686	0.656	-0.12911	0.829
Niveau d'instruction du gérant de la parcelle	-.0049105	0.973	0.0057931	0.982	Epouse	.8422767	0.000	1.716692	0.000
Champs de maïs	2.750414	0.000	4.931689	0.000	Fils	-.0572924	0.718	-0.05088	0.866
Unités de bétail de l'EAF par ha	.0916028	0.085	0.1552945	0.044	Niveau d'instruction du gérant de la parcelle	.0256464	0.848	0.0619	0.814
Parcelle dotée de structures SWC	.0589795	0.675	0.0431724	0.860	Champs de maïs	2.730042	0.000	4.877145	0.000
Minutes de maison à parcelle	.0044376	0.210	0.0050811	0.352	Unités de bétail de l'EAF par ha	.0941285	0.068	0.154458	0.048
Avoirs de l'EAF en coton	.0831	0.000	0.1339459	0.001	Parcelle dotée de structures SWC	.0478339	0.707	0.023087	0.925
Ressources de l'EAF par tête	-.0243988	0.771	-0.082694	0.572	Minutes de maison à parcelle	.0042	0.222	0.004846	0.374
Adultes actifs par ha	.0059383	0.944	0.0188447	0.899	Avoirs de l'EAF en coton	.0830824	0.000	0.134088	0.001
Marché villageois hebdomadaire	.5810757	0.000	0.9685547	0.000	Ressources de l'EAF par tête	-.0271078	0.766	-0.09781	0.505
Appartenance à coopérative villageoise	.5307716	0.029	0.7906314	0.090	Adultes actifs par ha	-.0039696	0.966	0.002572	0.986
					Marché villageois hebdomadaire	.5545427	0.000	0.93523	0.000
Hypothèse II					Appartenance à coopérative villageoise	.4671371	0.049	0.662652	0.151
Individuelle, femme	.8579916	0.000	1.775349	0.000					
Individuelle, homme	-.4638445	0.491	-0.4835738	0.587					
Education du gérant de la parcelle	.0436865	0.752	0.081812	0.756					
Champs de maïs	2.770491	0.000	4.970816	0.000					
Unités de bétail de l'EAF par ha	.0891336	0.141	0.1528226	0.046					
Parcelle dotée de structures SWC	.0617707	0.661	0.0475826	0.845					
Minutes de maison à parcelle	.0042551	0.128	0.0046418	0.394					
Avoirs de l'EAF en coton	.0818301	0.000	0.131986	0.002					
Ressources de l'EAF par tête	-.024876	0.782	-0.0868656	0.551					

Adultes actifs par ha	.0007381	0.993	0.0097832	0.948
Marché villageois hebdomadaire	.5794615	0.000	0.9659661	0.000
Appartenance à coopérative villageoise	.5143891	0.038	0.7579838	0.103

Source: Auteurs

