HAL
open science

L'accès à des services énergétiques réduit-il la malnutrition des enfants au Sénégal ? Evaluation du programme des plateformes multifonctionnelles

Marie-Charlotte Buisson

To cite this version:

Marie-Charlotte Buisson. L'accès à des services énergétiques réduit-il la malnutrition des enfants au Sénégal ? Evaluation du programme des plateformes multifonctionnelles. 2012. halshs-00597523v2

HAL Id: halshs-00597523

https://shs.hal.science/halshs-00597523v2

Preprint submitted on 22 Feb 2012

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

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

CENTRE D'ETUDES
ET DE RECHERCHES
SUR LE DEVELOPPEMENT
INTERNATIONAL

Document de travail de la série

Etudes et Documents

E 2011.16

L'accès à des services énergétiques réduit-il la malnutrition des enfants au Sénégal ?

Evaluation du programme des plateformes multifonctionnelles

Marie-Charlotte BUISSON

Mai 2011
Révisé en février 2012

CERDI
65 BD. F. MITTERRAND
63000 CLERMONT FERRAND - FRANCE
TEL. 04 73 17 74 00
FAX 04 73 17 74 28
www.cerdi.org

L' auteur

Marie-Charlotte BUISSON

Doctorante, Clermont Université, Université d'Auvergne, CNRS, UMR 6587, Centre d'Etudes et de Recherches sur le Développement International (CERDI), F-63009 Clermont-Ferrand, France

Email : marie-charlotte.buisson@u-clermont1.fr

La série des *Etudes et Documents* du CERDI est consultable sur le site :

http://www.cerdi.org/ed

Directeur de la publication : Patrick Plane

Directeur de la rédaction : Catherine Araujo Bonjean

Responsable d'édition : Annie Cohade

ISSN : 2114-7957

Avertissement :

Les commentaires et analyses développés n'engagent que leurs auteurs qui restent seuls responsables des erreurs et insuffisances.

L'accès à des services énergétiques réduit-il la malnutrition des enfants au Sénégal ? *Évaluation du programme des plateformes multifonctionnelles*

Marie-Charlotte Buisson *

Février 2012

Résumé

Le programme de plateformes multifonctionnelles (PTF) vise à favoriser l'accès à l'énergie dans les villages ruraux sénégalais. En proposant notamment des services de mouture et de broyage, le programme s'adresse d'abord aux femmes.
Il s'agit ici d'évaluer l'impact du programme à partir des données collectées en juin 2009 auprès de ménages appartenant à des villages traités et non-traités par le programme. L'anthropométrie est l'indicateur d'impact choisi. Il traduit la diffusion de l'utilisation de la PTF par les femmes à l'ensemble du ménage et aux enfants : libération de temps, autonomisation économique et sociale, éducation, amélioration de la nutrition...
Les effets de la présence de la PTF, de la durée de cette présence, de son intensité de fonctionnement et de sa distance par rapport au ménage sont mesurés, à la fois sur le statut nutritionnel de court et de long terme. La méthode privilégiée se base sur la différence entre villages traités et non traités. Cependant, un biais de sélection existe puisque les villages font une demande d'installation de PTF examinée par un comité de représentants locaux qui sélectionne les villages bénéficiaires. Il existe donc une endogénéité du coté de la demande et du coté de l'offre. Ce problème est surmonté par deux méthodes. Lors de l'échantillonnage, la sélection par *propensity score matching* des villages non traités permet de s'assurer de leur similitude avec les villages traités. La seconde méthode est l'utilisation de variables instrumentales. Dans ce contexte très politisé, les résultats d'élections locales permettent d'expliquer l'allocation du programme. La présence de la PTF, la durée de cette présence dans le village et sa proximité par rapport au ménage réduisent les retards de croissance infanto-juvéniles. Par ailleurs, plus que le fonctionnement de l'infrastructure, c'est sa présence et donc le changement de comportement qu'elle implique qui explique son impact. De plus, la probabilité de déficience pondérale est réduite par l'intensité du fonctionnement de l'équipement. Enfin, un effet de diffusion de l'impact au delà du village traité est établit.

Mots clefs : évaluation d'impact, malnutrition, variables instrumentales, *propensity score matching*, données GIS

Codes JEL : D04, I38, I12, C83

*CERDI-CNRS-Université d'Auvergne - marie-charlotte.buisson@u-clermont1.fr

1 INTRODUCTION

L'accès limité aux services énergétiques dans les villages ruraux d'Afrique de l'Ouest induit une vulnérabilité spécifique des ménages. Même si cette problématique est au cœur de politiques régionales et nationales [1], sa prise en compte dans des politiques de développement qui visent le capital humain reste encore défaillante. Dès lors, l'implantation de petites structures villageoises de services énergétiques pourrait être le moyen de réconcilier le développement matériel et technique avec le développement humain.

Pour vérifier cette réconciliation, l'impact des plateformes multifonctionnelles (PTF) est évalué dans le cadre du Sénégal. Cette évaluation d'impact permet de comprendre comment une intervention extérieure à des ménages peut être appropriée par ceux-ci pour réduire leur vulnérabilité. L'analyse est ici menée à partir de données transversales ce qui nécessite de relever avec rigueur le défi du biais de placement du programme. La sélection de l'échantillon par appariement génétique par score de propension d'une part et l'utilisation de variables instrumentales à la fois du côté de l'offre et de la demande du programme d'autre part assurent la validité de l'analyse.

Les effets de la présence de l'infrastructure, de la durée de cette présence, de l'intensité de son fonctionnement et de sa proximité sont estimés sur l'anthropométrie des enfants de moins de 5 ans. Il apparaît que la présence d'une plateforme améliore le statut nutritionnel de long terme des enfants, cet effet est progressif dans le temps. Cependant, plus que le fonctionnement de l'équipement, ce sont sa présence et le changement de comportement qu'il induit qui impactent indirectement la santé des enfants. De plus, la malnutrition aigüe ou de court terme peut être améliorée, sous la condition d'un fonctionnement intensif. Enfin, l'impact de ces infrastructures se diffuse au-delà des seuls villages de traitement.

Le programme et ses résultats attendus sont présentés dans la partie suivante. La partie 3

1. Livre blanc pour une politique régionale sur l'accès aux services énergétiques des populations rurales et périurbaines pour l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement, CEDEAO, UEMOA, 2006.

justifie le choix de l'indicateur anthropométrie et présente la littérature dont il est l'objet. Les données sont décrites dans la partie 4 tandis que la partie 5 établit la stratégie d'estimation utilisée. Enfin, les résultats des différentes régressions sont présentés dans la partie 6.

2 LE PROGRAMME PLATEFORMES

2.1 Présentation du programme

Le principe qui est aujourd'hui appelé plateforme multifonctionnelle (PTF) a vu le jour dans les années 1990 au Mali et au Burkina-Faso. Dans un premier temps, les PTF pouvaient être assimilées à des moulins. Un moteur thermique alimenté au diesel [2] entraîne des courroies permettant le fonctionnement de moulins et de décortiqueuses. Désormais, l'entrainement d'un alternateur assure également une production d'électricité et justifie ainsi le caractère multifonctionnel. Selon les PTF, l'électricité produite sert à charger des batteries et des téléphones portables, à alimenter un poste de soudure, un réseau d'éclairage, ou encore une pompe.

Au Sénégal, c'est en 2002 que les premières plateformes multifonctionnelles sont installées. Á partir de 2008, l'objectif est de faire du programme PTF un programme national, la couverture géographique est élargie et le nombre de PTF à installer s'accroît. De nouveaux partenaires financiers et techniques sont par ailleurs actifs.

2.2 Résultats attendus, observés et impacts mesurés

Au Sénégal comme dans les autres pays dans lesquels des plateformes multifonctionnelles sont installées, les programmes plateformes s'inscrivent dans plusieurs problématiques centrales du développement et ont par conséquent différents objectifs à atteindre.

2. Au Mali, certaines PTF sont désormais alimentées par de l'huile de pourghère. C'est également un axe de développement pour les autres pays.

La première problématique est celle de l'accès à l'énergie dans les zones rurales. Tandis que l'électrification des zones rurales est encore faible, les PTF pallient cette absence en proposant des services énergétiques. Ces services sont issus de la puissance mécanique pour les opérations de mouture ou encore de broyage mais également de la puissance électrique avec notamment les services de charge de portables ou de batteries. Ces services payant s'adressent aux ménages individuellement mais aussi au village entier lorsqu'il s'agit d'alimenter une pompe de forage ou un réseau d'irrigation.

Si l'accès à l'énergie est si important, c'est qu'il permet une amélioration de la qualité de vie mais également une réduction des tâches les plus laborieuses. La seconde problématique est donc celle du genre. Les clients des PTF sont majoritairement des femmes. L'accès à ces services doit permettre aux femmes de réduire le temps consacré à la transformation agro-alimentaire. Les travaux de pillage longs et exigeants peuvent notamment être supprimés ou allégés. Dès lors, grâce au temps gagné et à l'accès à de nouveaux services, la PTF peut devenir un outil de production et favorise la pratique d'activités génératrices de revenus. Des clientes utilisent par exemple les services de transformation agricole pour vendre sur les marchés des produits transformés de meilleure qualité. Lorsque ces AGR sont menées par des femmes, elles renforcent leur autonomie économique mais également sociale. D'autres profitent de l'accès à l'électricité pour créer une salle de télévision ou installer un service de soudure par exemple.
Les enfants peuvent également voir leur mode de vie modifié par la présence d'une PTF. Les tâches domestiques allégées permettent de renforcer la scolarisation, en particulier celle des filles. La santé et la nutrition des plus jeunes peuvent aussi être améliorées suite à l'allègement du travail de leur mère et à l'augmentation des revenus du ménage.

La troisième problématique est communautaire. La demande d'installation d'une plate-

forme émane du village, elle doit être portée par un groupement féminin. Parmi ces femmes, certaines seront formées, puis responsables du fonctionnement technique, organisationnel et financier. La PTF fournit des services collectifs mais ceux-ci font l'objet d'une appropriation locale qui va de la demande au contrôle du comité de gestion. Le mode de gestion communautaire par les femmes doit par ailleurs renforcer leur capacité de gérer, d'innover et d'investir. Ainsi dans certains villages, la plateforme a été le préalable à la mise en place d'un réseau de microfinance ou encore d'un groupement de production de karité ou de café *touba*.

Le passage en revue des différents résultats attendus et observés des PTF établit clairement le large champ de cette intervention qui touche plusieurs composantes de la vulnérabilité des ménages ruraux et la difficulté à mesurer les impacts de l'intervention. Les plateformes ont des conséquences sur les individus (femmes, enfants, porteurs d'AGR), sur les ménages et sur les villages. De nombreux indicateurs d'impact pourraient être choisis : revenus des ménages, actifs et logement des ménages, activités génératrices de revenus, temps de travail domestique, alphabétisation des femmes, scolarisation des enfants, santé des enfants, consommation alimentaire, autonomie économique et sociale des femmes, niveau économique du village, accès aux services et infrastructures de base ou encore qualité des services. Cette diversité impose alors le choix d'un indicateur d'impact synthétique.

3 LE CHOIX DE L'INDICATEUR ANTHROPOMÉTRIE

3.1 Focalisation sur la malnutrition

L'indicateur d'impact choisi est l'anthropométrie en raison de son caractère synthétique. En effet, l'état nutritionnel des enfants résulte d'une multiplicité de causes et est lié aux caractéristiques de la mère, de l'enfant, du ménage ou encore du village. Le niveau des différents indicateurs d'impacts attendus des PTF listés précédemment peut donc être lu au travers de la malnutrition des enfants.

Lors de l'enquête, la taille, le poids et le périmètre brachial (*Mid-Upper Arm Circumference*, MUAC) des enfants de moins de 5 ans ont été relevés. Les indicateurs utilisés ici sont des z-scores. Ceux-ci sont construits à partir de la comparaison des résultats de l'échantillon avec les valeurs standards d'une population de référence pour un même sexe et âge. La référence utilisée est celle reconnue par l'Organisation Mondiale de la Santé, elle se base sur les courbes de croissance CDC/WHO (*Centers for Disease Control and Prevention/World Health Organization*) de 1988 et WHO de 2000 [3]. Le calcul des z-scores pour un individu suit la formule suivante : différence entre la valeur mesurée pour l'individu x_i et la valeur médiane de la population de référence $\overline{x_R}$, divisée par l'écart-type de la population de référence ET_R.

$$z = \frac{x_i - \overline{x_R}}{ET_R} \tag{1}$$

Les indicateurs construits ici sont les z-scores poids pour âge, taille pour âge et poids pour taille. L'utilisation conjointe de ces indicateurs permet de dresser le statut nutritionnel de l'enfant et de comprendre ses déficiences protéino-caloriques. En suivant la classification proposée par Waterlow (1972), largement développée dans l'analyse médicale de la malnutrition, il convient de distinguer les enfants dans une situation de malnutrition aigüe de ceux face à une malnutrition chronique.

Dans le premier cas, la malnutrition aiguë reflète le statut nutritionnel actuel et est constatée suite à une déviance du poids pour taille, elle traduit une insuffisance pondérale. La malnutrition aiguë est une situation d'urgence médicale qui nécessite une intervention pour éviter le décès de l'enfant. Le z-score poids pour taille traduit donc le statut nutritionnel de court terme.

Dans le second cas, le retard de croissance ou la chétivité reflète la durée de la période de déficit, la situation est dite chronique et permet de capter les épisodes passés de malnutrition. La chétivité d'un enfant ne présente pas d'urgence ou de danger immédiat puisqu'il s'agit

3. Les calculs de z-scores ont été réalisés avec le logiciel NutStat.

d'une situation irréversible résultant d'une évolution progressive. C'est le z-score taille pour âge qui permet de mesurer ce phénomène de long terme.
L'indicateur de poids pour âge reflète quant à lui les effets conjugués du court et du long terme, il fournit une information composite. La déviance du z-score poids pour âge permet dès lors de constater par exemple un phénomène de malnutrition à la fois aiguë et chronique.

Tous ces indicateurs dénotent une situation critique lorsqu'ils correspondent à une valeur inférieure à deux fois l'écart-type de la population de référence et à une situation très critique lorsque le z-score est inférieur à trois fois cet écart-type.

3.2 Facteurs de diffusion des PTF à l'anthropométrie des enfants

L'indicateur d'anthropométrie des enfants est choisi en raison de son caractère synthétique, il est alors essentiel d'identifier et de comprendre les facteurs de diffusion qui relient la présence d'une plateforme multifonctionnelle à une amélioration potentielle des indicateurs de santé infanto-juvéniles. Trois canaux de diffusion sont ici identifiés et schématisés par la figure 1 : diffusion par la mère, diffusion par le ménage et diffusion directe au niveau village.

Au niveau de la mère tout d'abord, les femmes sont les premières utilisatrices de l'équipement proposé et ce sont à elles que s'adressent ses services. L'utilisation de services de mouture ou de broyage doit dans un premier temps alléger les travaux domestiques des femmes en réduisant notamment le temps consacré aux activités de pillage ou de préparation des repas. Le temps libéré peut ainsi être consacré aux soins des enfants, à leur alimentation, à leur bien-être, ce qui se répercutera sur leur santé. Le temps libéré des femmes peut également permettre d'alléger les travaux confiés aux enfants par manque de temps des mères. Dès lors, la réduction des tâches domestiques habituellement confiées aux jeunes enfants telles que la recherche d'eau, de bois ou la garde des animaux pourrait expliquer une amélioration de leur santé nutritionnelle.

Au-delà de la simple consommation d'un service domestique, la PTF est également le moyen de développer des activités génératrices de revenus. En générant ce type d'activités, la plateforme accroît indirectement le revenu à la disposition des femmes ; or, il est établi que les revenus à disposition des mères sont plus largement utilisés en faveur de l'éducation ou de la santé des enfants que les revenus des autres membres et notamment du chef de ménage.
Par ailleurs, de façon diffuse, la PTF favorise l'autonomie sociale des femmes du village, plus indépendantes et plus entreprenantes. Leur place dans la communauté et dans le ménage peut se voir valorisée, les décisions prises par les femmes pourraient alors être plus fréquentes et occuper des champs plus larges. Ces décisions des mères peuvent alors viser prioritairement le bien-être de leurs enfants.
Enfin, le processus d'installation de l'infrastructure comprend une phase de formation. D'une façon générale, l'éducation formelle ou informelle permet de mieux interpréter les symptômes que développent les enfants et d'être plus ouvert à l'utilisation de la médecine moderne.

Au niveau du ménage, l'ensemble des membres et non seulement les femmes peuvent utiliser la PTF comme un moyen de production au service d'une activité commerciale, productive ou encore artisanale. Le revenu du ménage dans son ensemble pourrait donc être accru et diversifié, le bien-être global des membres du ménage devrait alors s'améliorer et notamment dans un premier temps les quantités et qualités des aliments consommés.

Le dernier canal se situe au niveau du village. La présence d'une plateforme favorisant l'accès à des services énergétiques peut dynamiser un village. Dans le cas où un poste de santé est présent dans le village et où la PTF fait fonctionner un réseau électrique, il est envisageable que l'infrastructure de soins y soit connectée. La qualité des soins reçus peut alors être améliorée au travers par exemple de la conservation des médicaments ou des vaccins au frais ou de l'éclairage des soins.

3.3 Choix des variables de contrôle

Les déterminants de la malnutrition peuvent être nombreux et font l'objet d'une littérature large et pluridisciplinaire. Trois types de variables expliquent l'anthropométrie : les caractéristiques de l'enfant lui même, les caractéristiques de son ménage et les caractéristiques de son environnement qui ici sont celles du village.
Au niveau enfant, l'âge et le sexe sont inclus mais également le sevrage, l'état de santé et le rang de naissance. Au niveau du ménage, c'est d'abord les caractéristiques de la mère, alphabétisation, maladie, âge qui sont considérées. Le niveau de vie du ménage est capté par un indicateur composite construit par une analyse en composantes principales (tableau 22) tandis que deux variables de chocs captent les éléments idiosyncratiques. Au niveau du village, la population totale est considérée, des effets fixes sont par ailleurs inclus au niveau de la communauté rurale (CR).

4 DONNÉES ET STATISTIQUES DESCRIPTIVES

4.1 Origine et description des données

La méthode d'échantillonnage a consisté pour les villages traités en un tirage proportionnel aléatoire. Les villages traités étant au nombre de 89, parmi ceux-ci, 53 ont été sélectionnés. Le tirage est à la fois proportionnel aux années d'installation et aux régions. La méthode choisie pour sélectionner les villages non traités est celle de l'appariement.

Les données permettant d'établir cette analyse d'impact sont issues de l'enquête de référence réalisée en 2009 dans les régions sénégalaises de Kaolack, Fatick, Diourbel, Tambacounda, Kédougou, Kolda, Thiès et Louga. L'enquête a porté sur 169 villages. Dans chacun de ceux-ci, l'enquête ménage a visé 12 ménages. L'échantillon total compte plus de 21 000 individus, parmi lesquels 1 569 enfants de 5 ans ou moins ont été pesés et mesurés.

La méthode d'échantillonnage a consisté pour les villages traités en un tirage proportionnel aléatoire. Les villages traités étant au nombre de 89, parmi ceux-ci 53 ont été sélectionnés. Le tirage est à la fois proportionnel aux années d'installation et aux régions.
Parallèlement, la méthode choisie pour sélectionner les villages non traités est celle de l'appariement.

Enfin, dans chaque village, les ménages ont été sélectionnés par tirage aléatoire dans la liste de carrés [4] détenue par le chef de village si celle-ci était présente ou par une méthode de déplacements structurés des enquêteurs dans le village. L'objectif était alors d'obtenir une représentativité géographique des ménages.

4.2 Statistiques descriptives

Les données d'anthropométrie collectées laissent apparaître une forte prévalence de la malnutrition dans les villages ruraux sénégalais. Il existe pour une large partie de l'échantillon un déficit nutritionnel de long terme, ainsi $33,3\,\%$ des enfants mesurés ont un z-score taille pour âge inférieur à -2.

Les indicateurs d'anthropométrie révèlent notamment des différences entre villages traités et non traités. Pour l'indicateur de long terme, taille pour âge, la prévalence de la malnutrition est significativement supérieure dans les villages dotés de plateforme. Seule la catégorie des enfants de moins de 24 mois échappe à cette remarque. En revanche, la conclusion est différente en considérant l'indicateur de court terme, le z-score poids pour taille. En effet, selon les catégories, la prévalence est en faveur ou en défaveur des villages avec PTF et surtout la différence globale est non significative.
L'ensemble de ces observations montre que les indicateurs issus d'épisodes passés sont en

4. Un carré correspond à une concession ou à une unité d'habitation. Il est constitué d'un ensemble de cases et peut être délimité par une enceinte. Selon les cas, le carré peut abriter un ou plusieurs ménages.

défaveur des villages PTF, ce n'est pas le cas des indicateurs reflétant la situation actuelle. Ces observations interrogent d'abord sur le placement des infrastructures et ensuite sur leurs effets dans le temps.

5 STRATÉGIE D'ESTIMATION

5.1 Présentation des modèles et défis

5.1.1 Modèle 1

L'objectif est ici d'évaluer l'impact du traitement par le programme PTF sur l'anthropométrie des enfants de moins de 5 ans. La variable expliquée est le z-score de l'enfant. Dans ce modèle de base, le traitement est une muette égale à 1 si le village dispose d'une PTF et nulle dans le cas d'un village contrefactuel.

$$y_{ijc} = \alpha_1 T_c + \beta_1 X_{ijc} + \beta_2 X_{jc} + \beta_3 X_c + \mu_{ijc} \text{ avec } T_c = (0, 1) \tag{2}$$

L'unité d'observation du résultat est donc un enfant i, d'un ménage j, tandis que le traitement a lieu au niveau du village c. X_{ijc}, X_{jc} et X_c sont des vecteurs comprenant respectivement les caractéristiques de l'enfant, celles de son ménage et celles du village telles que présentées dans la section 3.3.

Lorsqu'une plateforme est installée dans un village, le village est considéré comme traité, pour autant certains ménages peuvent décider de ne pas utiliser l'infrastructure. Le coefficient α_1 du premier modèle mesure donc l'effet moyen du traitement (*average treatment effect*), moyenne sur les utilisateurs et non utilisateurs.

5.1.2 Modèle 2

Par ailleurs, au-delà de l'approche binaire considérant un village comme traité ou non, il est intéressant de comprendre les relations entre la durée d'installation de l'infrastructure et

ses impacts. Dans ce deuxième modèle, la variable de traitement T_c n'est plus une muette mais prend la valeur nulle lorsque le village n'a pas de PTF, 1 lorsque l'infrastructure existe depuis un an ou moins, 2 si elle existe depuis plus d'un an et jusqu'à deux ans...

Cette variable équivaut à une multiplicative entre la muette reflétant le fait d'avoir une plateforme ou non et la durée d'installation de l'infrastructure. Le maximum de la variable de traitement correspond au nombre d'années d'installation des plus anciennes plateformes de l'échantillon, ce maximum est de six ans.

Cette variable de traitement doit permettre de tester un effet d'accumulation des impacts liés à la PTF ou au contraire de diminution de ses effets au fil du temps.

$$y_{ijc} = \alpha_2 T_c + \beta_1 X_{ijc} + \beta_2 X_{jc} + \beta_3 X_c + \mu_{ijc} \text{ avec } T_c = (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6) \tag{3}$$

5.1.3 Modèle 3

Un troisième modèle considère l'intensité de fonctionnement des plateformes. L'intuition de ce modèle est issue de l'enquête elle-même qui a permis d'observer de nettes disparités dans le fonctionnement des infrastructures entre villages traités. En effet, il peut exister des effets différenciés selon le mode de fonctionnement et d'utilisation de l'infrastructure. Ces effets sont saisis à travers deux variables.

Tout d'abord, certaines PTF installées ne fonctionnent plus ou du moins plus de façon régulière. Tandis que dans le premier modèle ces villages sont considérés comme traités, ils seront exclus du traitement dans ce cas. L'équation à estimer est alors la même que dans le modèle 1 mais la variable de traitement T_c prend la valeur 1 lorsque la PTF du village fonctionne et 0 lorsque l'équipement ne fonctionne pas ou est absent du village.

Une autre option proposée dans ce modèle 3 est d'estimer l'impact du temps de fonctionnement hebdomadaire de la PTF pour comprendre si l'intensité du fonctionnement implique un impact différencié. La variable de traitement T_c est alors un entier, compris entre 0 si la plateforme ne fonctionne pas ou si le village n'a pas de PTF et 77 correspondant au temps

d'ouverture hebdomadaire maximum relevé.

$$y_{ijc} = \alpha_3 T_c + \beta_1 X_{ijc} + \beta_2 X_{jc} + \beta_3 X_c + \mu_{ijc} \text{ avec } \begin{cases} T_c = (0,1) \\ T_c \in [0-77] \end{cases} \tag{4}$$

5.1.4 Modèle 4

Dans ces trois premiers modèles, le traitement par la PTF s'effectue au niveau du village, ainsi lorsqu'une plateforme est présente dans le village, le ménage et donc l'enfant sont considérés comme traités par le programme. Cependant, le traitement peut être différent et s'appliquer directement au niveau du ménage j. Ce quatrième modèle applique le traitement par le programme au ménage et utilise la distance entre le ménage et la plateforme la plus proche comme variable de traitement, T_{jc}.

Pour construire cette variable, des données GIS (*Geographic Information System*) sont nécessaires. Lors de l'enquête, les latitudes et longitudes de chaque ménage ont été relevées à partir de GPS (*Global Positioning System*). Ainsi, chaque ménage enquêté a été précisément géolocalisé. C'est également le cas des principales infrastructures des villages enquêtés dont les plateformes multifonctionnelles.
Les données ont été complétées pour les villages dotés de PTF non sélectionnés dans l'échantillon. Pour ces villages, les latitudes et longitudes utilisées correspondent au centre du village et sont issues des données GIS complémentaires mises à disposition par le programme.
À partir de ces données GIS collectées et des données complémentaires, la distance en kilomètre entre chaque ménage de l'échantillon et la PTF la plus proche de lui [5] est calculée.

Plusieurs options sont testées et plusieurs variables de traitement correspondantes sont construites.

5. La PTF la plus proche d'un ménage peut être une des PTF de l'échantillon ou alternativement une des PTF non sélectionnées puisque tous les villages traités ont été géolocalisés.

L'impact sur l'anthropométrie de la distance en kilomètres entre le ménage et la PTF la plus proche est d'abord mesuré pour l'ensemble de l'échantillon. Dans ce premier cas, la distance varie de 9 mètres à 122 kilomètres, le choix est donc fait de lisser la distribution en passant cette distance en logarithme. L'objectif est de tester l'hypothèse d'un effet gradué du programme par la distance.

Dans un second cas, l'impact de la distance à la PTF est testé uniquement pour les ménages situés dans un village traité par le programme. Ces ménages se situent au maximum à 5 kilomètres de l'infrastructure. L'analyse sur cet échantillon réduit doit permettre d'identifier les disparités potentielles de traitement au sein d'un même village traité.

Enfin, plusieurs variables muettes sont créées, elles identifient les ménages localisés dans un rayon déterminé autour d'une plateforme, plusieurs tailles de rayons sont testées. Ces variables de traitement permettent d'analyser de possibles effets de diffusion du programme qui ne se limitent pas aux ménages des villages traités. Ainsi, il est possible que les ménages de villages voisins fréquentent une PTF située à proximité. Le traitement au niveau village exclut les effets de la PTF sur ces ménages, mais ils sont en revanche considérés dans cette dernière analyse. La différence d'inclusion des ménages dans le groupe de traitement entre le modèle 1 et le modèle 4 est résumée par la figure 2. Dans ce cas fictif de trois villages relativement proches les uns des autres et assez étendus, certains ménages traités dans le modèle 1 sont exclus du traitement dans le modèle 4. Inversement, des ménages des deux villages non dotés de PTF peuvent être considérés comme traités dans le dernier modèle lorsqu'ils se situent dans un rayon ici de 3 kilomètres autour de la PTF.

$$y_{ijc} = \alpha_4 T_{jc} + \beta_1 X_{ijc} + \beta_2 X_{jc} + \beta_3 X_c + \mu_{ijc} \text{ avec } \begin{cases} T_{jc} \in [0,009 - 122] \\ T_{jc} \in [0,009 - 5] \\ T_{jc} = (0,1) \end{cases} \tag{5}$$

5.1.5 Défis du biais de placement

Pour que l'estimation des coefficients α_1, α_2, α_3 et α_4 soit correcte, le traitement doit être exogène à la variable de résultat. En économétrie classique, il s'agit de l'hypothèse exogénéité. Dans le cas de l'évaluation d'impact, cette hypothèse pose en fait le problème du biais de placement. Cette hypothèse serait vérifiée si le groupe des villages de traitement était strictement similaire au groupe des villages de contrôle. Dans le cas présent, le programme n'est pas placé aléatoirement et il est probable que des caractéristiques à la fois observables et inobservables expliquent la localisation des PTF. Si, ces caractéristiques affectent également la variable d'impact, l'anthropométrie, l'hypothèse d'exogénéité n'est pas respectée et l'estimation des coefficients α_1, α_2, α_3 et α_4 serait alors biaisée.

Concrètement, il est par exemple possible que le programme se dirige vers les villages les plus pauvres, qui seraient donc également ceux avec des niveaux de malnutrition observés importants. Dans ce cas, la malnutrition observée pourrait être plus forte dans les villages de traitement que dans les villages de contrôle. En l'absence de données de panel captant par double différence par exemple la situation initiale dans les deux types de villages, cette différence risque d'être affectée à la présence du programme.

Le défi présent est donc d'évaluer l'impact du programme PTF sur données transversales en présence d'un biais de placement potentiel.

5.2 Sélection de l'échantillon par appariement

L'analyse à partir de données transversales exige tout d'abord un contrefactuel de qualité. Les villages contrefactuels ont été choisis de façon à ce que leur probabilité de traitement soit similaire à celle des traités.

Dans un premier temps, parmi les plus de 14 000 villages sénégalais, n'ont été conservés que les villages non traités répondant aux critères de sélection mentionnés par le programme. Il s'agissait de villages avec une population entre 100 et 2100 habitants et appartenant à

des communautés rurales pauvres ou très pauvres au regard de la carte de pauvreté [6]. Ces villages devaient également faire partie des régions initialement ciblées par le programme à savoir : Kaolack, Fatick, Diourbel, Tambacounda [7], Kolda, Thiès ou Louga.

Une procédure d'appariement génétique a ensuite été appliquée aux 6 140 villages restant. À chaque village traité sélectionné a été apparié deux villages non traités, les deux villages les plus proches de lui selon les critères suivants :

- population du village ;
- accès à l'eau potable dans le village ;
- accès à un commerce dans le village ;
- accès à une route dans le village ;
- école dans le village ;
- poste de santé dans le village ;
- score de propension issu de la régression en probit sans effets fixes du traitement sur les variables précédentes.

Les contrefactuels présentent donc les mêmes caractéristiques que les villages traités au niveau des observables, c'est-à-dire notamment les infrastructures et l'accès aux services de base.

Au final, 54 villages traités ont été sélectionnés aléatoirement et à ceux-ci, 115 villages non traités ont été appariés [8].

6. La carte de pauvreté utilisée par le programme est celle construite à partir des données de la Direction de la Prévision et de la Statistique (DPS) - Direction de l'Expansion Rurale (DER). Elle se base sur un indicateur synthétique d'accès aux infrastructures et services sociaux de base.

7. La région de Kédougou était lors du ciblage incluse à la région de Tambacounda. Cependant depuis 2008 (Loi n° 2008-14 du 18 mars 2008 modifiant la loi n° 72-02 du 1er février 1972 relative à l'organisation de l'administration territoriale), le nombre de régions au Sénégal a été porté de 11 à 14 et la région de Kédougou est donc indépendante de Tambacounda.

8. Sur la base de deux villages de contrôle pour un traité, 108 villages non traités auraient du être sélectionnés. Cependant, dans le cas de probabilités de traitement exactement similaires, trois villages de contrôle ont été associés au village traité.

Les graphiques de la figure 3 reproduisent la distribution des scores de propension estimés par le Kernel. Les différences entre les distributions des villages traités et non traités sont rendues minimales après appariement lorsque seul l'échantillon sélectionné est considéré.

Cette procédure de choix de l'échantillon assure donc que les villages traités et contrefactuels soient similaires en termes de caractéristiques observables. Cependant, l'affectation du programme dans les villages est partiellement gouvernée par des caractéristiques non observables de ceux-ci, il convient donc également de les prendre en considération.

5.3 Biais de placement et variables instrumentales

Parallèlement à la sélection de l'échantillon par appariement, une estimation par variables instrumentales permet de prendre en compte le biais de placement du programme. Les variables instrumentales Z_c en question doivent répondre à deux conditions :

(i) elles ne doivent avoir aucun effet direct sur le bien-être des ménages, ici mesuré par l'anthropométrie, donc être orthogonales à l'écart aléatoire μ_{ijc} des équations structurelles 2, 3, 4 et 5 ;

(ii) elles doivent expliquer l'allocation du programme, donc être corrélées aux variables de traitement, T_c et T_{jc}.

$$\begin{cases} y_{ijc} = \alpha_1 T_c + \beta_1 X_{ijc} + \beta_2 X_{jc} + \beta_3 X_c + \mu_{ijc} \text{ avec } T_c = (0,1) \\ T_c = \gamma Z_c + \delta_1 X_{ijc} + \delta_2 X_{jc} + +\delta_3 X_c + \epsilon_{ijc} \end{cases} \tag{6}$$

$$\text{avec } cov(Z_c, \mu_{ijc}) = 0 \text{ et } cov(Z_c, T_c) \neq 0$$

L'identification d'instruments possibles se trouve dans le processus qui mène à la mise en place d'une infrastructure dans un village. Dans le cas du programme PTF, l'installation de l'équipement fait d'abord l'objet d'une demande par le village. Ceci signifie qu'il y a dans un premier temps un biais de placement du côté de la demande, les villages demandeurs

d'une plateforme diffèrent de ceux qui n'entreprennent pas cette démarche. Pour autant, un biais de placement existe également du côté de l'offre, d'abord car un comité de sélection choisit les villages finalement receveurs et ensuite car la demande du village peut être initiée ou soutenue par des acteurs extérieurs au village. Il convient donc d'utiliser à la fois des instruments du côté de la demande et du côté de l'offre de PTF.

La stratégie d'identification privilégiée ici est basée sur l'utilisation des résultats aux élections locales de 2002 des conseillers ruraux, les représentants élus des communautés rurales. Les communautés rurales sont des collectivités locales supra-villageoises, elles regroupent des villages essentiellement ruraux et étaient au nombre de 370 lors des élections de 2009. Le Sénégal est fortement politisé y compris au niveau local puisque le processus de décentralisation a débuté dès 1972, Vengroff et Johnston (1989) et Piveteau (2005). Dans ce contexte, les résultats des élections locales traduisent nettement les comportements des acteurs de projet de développement : citoyens, communautés villageoises, décideurs et élus.

La demande par le village de l'installation d'une plateforme suppose de la part de la communauté ou tout au moins de certains de ces membres un accès à l'information d'une part, puis une capacité de mobilisation d'autre part.
Un premier indicateur issu des données des élections qui traduit cette mobilisation est le taux de participation lors de l'élection. L'existence d'un lien entre la participation politique et l'implication dans la résolution des problèmes de la communauté a été établie à partir de données d'enquêtes au Sénégal par Kuenzi (2006). Les villages avec les taux de participation les plus élevés sont ceux qui se mobilisent pour un mieux vivre. Dès lors, la probabilité qu'ils demandent l'installation d'une infrastructure de type PTF est plus importante dans ces villages que dans les villages peu participatifs. Le taux de participation à l'élection est mesuré comme le rapport entre les votants et les inscrits. Ce taux était en moyenne de $50,7\,\%$ dans l'échantillon contitué exclusivement de villages ruraux et partiellement isolés. Seuls trois vil-

lages ont des taux de participation supérieurs à 70 %.

Toujours du côté de la demande du programme, un indicateur de Herfindhal de concentration des votes partisans est construit. Un village dont tous les électeurs votent pour un même parti aurait un indice de Herfindhal de 1, tandis que l'indicateur se rapproche de 0 lorsque les votes sont diversifiés. Cet indicateur est utilisé ici comme instrument pour capter l'indépendance du village, la capacité de ses citoyens de rechercher l'information. Un village qui ne vote pas de façon unifiée est un village dans lequel le débat, la discussion ont une place, c'est aussi un village qui n'est pas sous l'influence unique d'un chef ou d'une autre personnalité guidant le vote. Ces caractéristiques peuvent conduire à la mobilisation de tous pour la PTF et au contrôle du Comité Féminin de Gestion par la communauté. Il est donc à la fois probable qu'un tel village fasse une demande mais aussi que le fonctionnement de la plateforme installée soit durable. 57 % des villages répartissent leur votes entre deux partis, mais plus de 40 % votent pour plus de deux partis ce qui dans une élection locale est relativement important.

Du côté de l'offre du programme, les indicateurs de résultats politiques sont également utilisés. La présence de villageois au sein du conseil rural a été un instrument valide dans l'analyse d'impact du Programme National d'Infrastructures Rurales (PNIR) menée par Arcand et Bassolé (2006). Ici les instruments retenus se basent sur la cohérence des résultats au niveau du village et au niveau de la communauté rurale. Les élus des CR participent aux comités de sélection des villages, ils peuvent donc les influencer. Les élections locales dont les résultats sont utilisés ont eu lieu en mai 2002. Suite au report des élections de 2008, le renouvellement des conseillers ruraux élus en 2002 n'a eu lieu qu'en mars 2009. Le mandat des conseillers élus couvre donc la totalité de la période d'installation des plateformes de l'échantillon (2004-2009). Deux logiques peuvent guider les élus quant à l'affectation des programmes de développement : remercier les villages ayant participé à leur élection ou influencer le vote futur de ceux qui n'étaient pas partisans aux dernières élections. Dans les

deux cas, un phénomène de captation du programme par les élites (*elite capture*) ou tout au moins de captation du programme pour servir les intérêts politiques des élites est présent.
Le premier instrument utilisé du côté de l'offre est une muette égale à 1 lorsqu'il y a concordance entre le parti majoritaire de la CR et le parti majoritairement élu dans le village.
Le second instrument est le pourcentage réalisé par le parti majoritaire de la CR dans le village. Les villages de l'échantillon élisent majoritairement des candidats du parti présidentiel, la Convergence des Actions autour du Président en perspective du XXIe siècle (CAP 21) pour $54,7\,\%$ et en seconde position les candidats des listes du Cadre Permanent de Concertation (CPC) pour $42,7\,\%$. Ces résultats partiels reproduisent approximativement la tendance nationale de 2002.

Certains villages n'ayant pas de bureaux de vote propres, le choix a été fait de leur affecter les résultats des votes du bureau de vote du village le plus proche [9]. Les variables utilisées comme instruments ne sont pas sensiblement différentes selon que l'on considère les villages avec bureau de vote et sans bureau de vote, les résultats ne sont donc pas modifiés par ce mode de construction.

Le tableau 3 présente les résultats de l'équation de première étape pour les trois premiers modèles. Dans le cas du premier modèle, les quatre instruments mentionnés précédemment sont utilisés (colonne 1). La présence de la PTF est expliquée par l'ensemble des variables de contrôle incluses dans le modèle et par les instruments.
Pour le second modèle (colonne 2), les quatre instruments sont également inclus. En effet, ces déterminants de la demande et de l'offre du programme déterminent le fait d'avoir ou non une PTF mais également le moment auquel le village a accès au programme. Il est cohérent que les villages les plus mobilisés et disposant de plus de soutien du côté des décideurs soient ceux qui installent des plateformes le plus tôt. En revanche, les effets fixes ne

9. Les villages étant géolocalisés, le village le plus proche est celui qui est situé à la distance minimale à vol d'oiseau.

sont pas inclus dans ce second modèle. Comme le programme a subi un développement par région, la variabilité temporelle de la durée de présence de la PTF est très faible au niveau des communautés rurales et des régions. Par exemple, 74 % des équipements de la région de Thiès ont été mis en place en 2008.

Quant à l'équation instrumentale du troisième modèle (colonnes 3 et 4), elle vise à expliquer le fonctionnement et le nombre d'heures d'ouverture de la PTF, seuls les instruments liés à l'appropriation de l'infrastructure par la communauté, c'est-à-dire le taux de participation et l'indice de Herfindhal de concentration des votes, sont utilisés [10].

Le tableau 4 présente enfin les équations instrumentales pour le quatrième modèle. Les résultats et tests sont présentés pour chaque variable de traitement de distance. De nouveau, seuls les instruments du côté de la demande sont utilisés. Cependant, lorsque l'effet de la distance entre le ménage et la PTF est estimé uniquement sur l'échantillon des villages traités, aucune instrumentation n'est appliquée. En effet la question du biais de placement de la PTF entre les villages ne se pose plus [11]. Ces estimations sont donc réalisées uniquement à partir d'un modèle d'effets fixes, ici placés au niveau des communautés rurales.

La validité des instruments est assurée dans chaque cas. Les tests de suridentification assurent l'hypothèse d'exclusion des instruments de l'équation structurelle et l'hypothèse de non corrélation de ceux-ci avec les écarts aléatoires. L'hypothèse nulle de validité des instruments n'est rejetée ni par le test de Sargan (1958), ni par le test de Stock et Wright (2000). D'autre part, Stock et Yogo (2005) soulignent la présence de biais lorsque l'estimation par variables instrumentales utilise des instruments faibles, c'est-à-dire peu corrélés avec la variable endogène. Les F-test de significativité conjointe des instruments reportés dans les tableaux 3 et 4 attestent de la non faiblesse des instruments, la règle généralement appliquée

10. Pour éviter un biais lié à l'utilisation d'instruments faibles, seule la variable de concentration des votes est utilisée pour instrumenter le temps d'ouverture de la PTF.

11. En revanche, le problème du biais de placement de la plateforme dans le village pourrait exister. Les PTF ont été placées sur des terrains communautaires mis à disposition par le village et généralement situés au centre du village. Il est donc difficile d'établir dans quelle mesure le placement des ménages par rapport à la PTF pourrait être endogène.

est que le F doit être supérieur à 10.

6 RÉSULTATS DES ESTIMATIONS

6.1 Modèle 1 : Effet de la présence de la PTF

Les résultats des variables de contrôle ne sont présentés que pour le modèle 1, dans les tableaux 7 et 8 mais sont relativement similaires dans l'ensemble des régressions réalisées.

L'effet de la présence de la plateforme dans un village n'affecte tout d'abord qu'un seul des trois indicateurs d'anthropométrie : le z-score taille pour âge qui reflète un statut chronique. Le traitement accroît très significativement cet indicateur (tableau 7, colonne 2). La présence d'une PTF réduit donc les retards de croissance chez les enfants de moins de 5 ans. Il est important de noter que ce coefficient est très important ; en effet, le fait d'avoir une plateforme dans son village augmente le z-score des enfants de près d'un écart-type (l'écart-type étant de $2,3$) tandis que la moyenne des z-scores est approximativement de -1.
Ce premier résultat est confirmé dans le tableau 9 par l'analyse de la probabilité d'être malnutri, vue comme la probabilité d'avoir un z-score en deçà d'un seuil de -2 ou -3. En présence d'une plateforme, la probabilité que l'enfant soit dans une situation de retard de croissance critique est réduite de $39,4\,\%$, tandis que la probabilité d'un retard très critique est réduite de $27,5\,\%$. Le fait que le coefficient d'impact de la présence de la PTF sur la probabilité d'avoir un z-score inférieur à -2 soit supérieur à celui sur la probabilité d'être en deçà de -3 démontre que le programme n'a pas plus d'effets sur les enfants les plus malnutris. Ainsi, l'impact de la PTF ne semble pas cibler prioritairement les enfants les plus en danger au niveau nutritionnel.

Les résultats de ce premier modèle d'impact de la présence de la PTF sur l'anthropométrie établissent un impact positif sur le statut nutritionnel de long terme de l'enfant mais

également l'absence d'impact sur le statut de court terme (colonne 1 du tableau 7, et colonnes 1 et 4 du tableau 9) ou sur l'indicateur composite (colonnes 3 et 6 des mêmes tableaux). Cette observation est confirmée par les résultats des modèles suivants. Ceci signifie que tandis que la présence de la plateforme réduit la malnutrition chronique des moins de 5 ans, elle n'affecte pas en revanche les manifestations de malnutrition aigüe. Il faut souligner que l'enquête a eu lieu à la fin de la période sèche, en période de soudure, ceci peut être une des causes conjoncturelles qui expliquent le statut nutritionnel de court terme des enfants. Or, la présence de services énergétiques tels que la plateforme ne permet pas de gommer les effets de ces cycles ou des chocs. Par contre, la présence de la plateforme implique une amélioration de la situation de long terme, la malnutrition chronique est réduite par sa présence. Ainsi, l'instabilité nutritionnelle de court terme demeure mais la tendance de long terme est améliorée pour les villages traités par le programme.

6.2 Modèle 2 : Effet de la durée d'exposition à la PTF

Le second modèle confirme l'effet de la PTF sur le z-score taille pour âge. Mais il s'agit ici (tableau 10) de la durée de la présence de l'infrastructure dans les villages. La présence de la PTF pendant un an supplémentaire augmente en moyenne le z-score taille pour âge de l'ordre de 26 % de son écart-type (colonne 2). Ce coefficient est significatif et établit la progressivité des effets de l'équipement.

Au niveau de la probabilité de retard de croissance critique et très critique (tableau 11, colonnes 3 et 6), elle est réduite respectivement de $11,3\,\%$ et $7,6\,\%$. Une nouvelle fois, l'effet de durée ne se porte pas plus sur les enfants dont l'état nutritionnel est le plus urgent.

Il est ici possible de noter que la durée de la présence de la PTF a également un effet significatif favorable sur l'indicateur composite en augmentant le z-score poids pour âge (tableau 10, colonne 3) et en réduisant la probabilité de voir ce z-score inférieur à -2 (tableau 11, colonne 3).

Ainsi, non seulement la présence affecte le statut nutritionnel de long terme de l'enfant mais cet effet est progressif dans le temps. La profondeur historique de l'analyse est néanmoins relativement réduite puisque les PTF les plus anciennes de l'échantillon n'ont que 6 ans au Sénégal. Leur impact à long terme et la présence de progressivité de cet impact au-delà de 10 ans d'installation reste donc en question.

6.3 Modèle 3 : Effet de l'intensité d'exposition à la PTF

Les tableaux 12 et 13 présentent les résultats pour le modèle 3 dans le cas de l'impact estimé du fonctionnement d'une PTF dans le village. Comme attendu de par les résultats des modèles précédents, la présence de l'équipement en fonctionnement accroît le z-score taille pour âge et réduit la probabilité d'un retard de croissance critique (z-score inférieur à -2). Ces résultats sont significatifs.

Cependant, le coefficient du tableau 12, colonne 2 est inférieur au même coefficient d'impact de la présence de la PTF (tableau 7, colonne 2). De même, le coefficient d'impact d'une PTF en fonctionnement sur la probabilité de retard de croissance (tableau 13, colonne 2) est inférieur au même coefficient d'impact de la présence de la PTF (tableau 9, colonne 2). Ceci signifie qu'en moyenne, l'effet d'une PTF en fonctionnement est plus faible que l'effet de sa présence, qu'elle fonctionne ou non. Les villages traités dans le modèle 1, et donc dotés de PTF représentent 32 % de l'échantillon, mais les villages traités dans le modèle 3, c'est-à-dire avec une PTF en fonctionnement représentent 24 % de ce même échantillon. Le résultat obtenu et la comparaison des deux coefficients traduisent le fait que des plateformes qui ne fonctionnent pas ont néanmoins un effet sur l'anthropométrie de long terme des enfants.

La non ouverture de certaines PTF lors de l'enquête est liée à une panne, à la faiblesse de l'activité en période sèche ou à une fermeture plus définitive, mais dans tous les cas, ces plateformes ont fonctionné par le passé. Dès lors, il est plausible que leurs effets directs sur l'anthropométrie de long terme continuent de s'observer même lorsque les infrastructures ne fonctionnent plus.

Mais la permanence de cet effet, y compris en l'absence de fonctionnement de l'équipement, traduit que la PTF au-delà du seul service proposé implique des changements de comportements au sein de la communauté. L'infrastructure modifie le mode de vie des femmes, leurs activités, leur autonomie décisionnelle, sociale ou financière. Ces évolutions sont durables et ne s'estompent pas lorsque le service n'est plus disponible, puisque l'effet sur les enfants se manifeste encore en l'absence de fonctionnement. La présence de la PTF agirait donc comme un déclencheur de changements sociaux durables au sein de la communauté.

L'intensité du fonctionnement de la plateforme, mesurée en heures de fonctionnement hebdomadaires affecte également le statut nutritionnel des enfants. Une nouvelle fois, c'est le statut de long terme qui est impacté : le nombre d'heures de fonctionnement accroît le z-score taille pour âge (tableau 14, colonne 2), tandis qu'il réduit de 3 % la probabilité de constater un retard de croissance (z-score inférieur à -2) chez l'enfant (tableau 15, colonne 2). Il est possible de considérer que si le nombre d'heures hebdomadaires de fonctionnement au moment de l'enquête peut avoir un effet sur le statut nutritionnel chronique, c'est qu'il reflète le niveau d'activité de l'insfrastructure tout au long de l'année.

C'est enfin dans ce troisième modèle que se trouvent les premiers impacts sur la malnutrition très critique, l'intensité de fonctionnement de la PTF permettrait de réduire sa composante la plus urgente (tableaux 13 et 15, colonnes 4). À la fois la présence d'une plateforme en fonctionnement dans un village et le temps d'ouverture de celle-ci réduisent significativement la probabilité pour les enfants de moins de 5 ans d'être dans des situations de malnutrition aigüe très critiques (z-scores poids pour taille inférieurs à -3). Cette probabilité est réduite de $23,1$ % si une PTF en fonctionnement est présente dans le village et le fait d'ouvrir la plateforme une heure supplémentaire réduit cette probabilité de 3 %.
Ainsi, si la présence de l'infrastructure ou la durée de sa présence influencent le statut nutritionnel de long terme des enfants, une plateforme en fonctionnement et qui plus est avec

une forte fréquence et amplitude d'ouverture permet également de limiter la malnutrition de court terme très critique.

6.4 Modèle 4 : Effet de la distance d'exposition à la PTF

Ce dernier modèle estime l'effet de la distance entre le ménage et l'infrastructure. Il apparaît que l'éloignement du ménage par rapport à la plateforme a l'effet attendu conformément aux résultats précédents. D'une part, plus le ménage est éloigné d'une PTF plus les z-scores de retard de croissance sont faibles. D'autre part, plus la distance est grande plus les probabilités de retard de croissance et d'insuffisance pondérale sont élevées.

Au niveau du z-score taille pour âge tout d'abord, ce z-score est d'autant plus faible que le ménage se situe loin d'une PTF (tableau 16, colonne 2). De la même façon, l'accroissement de la distance implique une probabilité de malnutrition chronique, à la fois critique et très critique, plus forte (tableau 17, colonnes 2 et 5). Ainsi, en considérant un accroissement de 50 % de la distance entre un ménage et l'infrastructure, soit un passage par exemple de 5 à 7,5 kilomètres ou de 25 à 37,5 kilomètres, la probabilité que l'enfant souffre d'un retard de croissance critique est accrue de 9 % et celle d'un retard de croissance très critique de $6,8\,\%$. Parallèlement à ces résultats sur la malnutrition chronique, le statut nutritionnel de court terme est également affecté. La distance au service accroît significativement la probabilité d'avoir un enfant avec un z-score poids pour taille inférieur à -3 (tableau 17, colonne 4).

Lorsque la distance entre la PTF et le ménage est considérée uniquement pour les ménages localisés dans un village doté de l'infrastructure, les résultats sont partiellement différents. Les distances étant alors plus resserrées, l'interprétation a plus de sens. S'éloigner de la PTF a tout d'abord un effet négatif et significatif sur l'insuffisance pondérale (tableau 18, colonne 1).

Au niveau des probabilités de malnutrition, c'est dans ce cas l'indicateur composite qui est affecté par la distance à la PTF. La probabilité pour un enfant d'avoir un z-score inférieur à

-2 ou à -3 est d'autant plus élevée que son ménage est localisé loin de la plateforme. L'ajout d'un kilomètre supplémentaire implique une augmentation de $8,5\,\%$ de la probabilité de malnutrition critique et de $6,5\,\%$ de la malnutrition très critique (tableau 19, colonnes 3 et 6). Cependant, dans l'interprétation de ce résultat, le problème du biais de placement de la plateforme dans le village ne peut être omis. Il ne peut être exclu que les ménages situés à la périphérie du village soient les plus vulnérables auquel cas l'effet de distance à la PTF est surestimé et traduit au moins en partie les disparités intra-villages.

Les dernières régressions de ce modèle testent l'effet sur la malnutrition d'être localisé dans plusieurs cercles concentriques autour de la PTF. Les résultats (tableau 20, colonne 2) confirment de nouveau l'effet du service énergétique sur la réduction des retards de croissance.

Cependant, l'intérêt principal est que les coefficients sont croissants lorsque le rayon augmente. Le fait pour un ménage de se situer dans un rayon de 1 kilomètre autour d'une plateforme implique un accroissement très significatif du z-score taille pour âge de ses jeunes enfants. Cet effet est encore plus important lorsque le rayon s'agrandit à 2 kilomètres et est progressivement croissant jusqu'à 4 kilomètres. Pour les rayons de traitement supérieurs le coefficient devient non significatif.

Ces résultats établissent que la fréquentation de la PTF et ses effets induits ne se limitent pas au seul village d'installation de l'infrastructure. Les effets se font sentir pour des ménages situés jusqu'à 4 kilomètres, soit approximativement à une heure de marche. Le nombre de ménages traités et impactés est ainsi plus élevé que supposé initialement. Tandis que $32,8\,\%$ des ménages sont traités dans le modèle 1, ils sont $37,6\,\%$ dans ce modèle avec un rayon de traitement de 4 kilomètres. Il existe donc un effet de diffusion de l'effet de la fréquentation des services énergétiques au-delà du village.

Il est également possible de comparer ces coefficients avec ceux du traitement du niveau du village (tableau 7), les coefficients sont ici supérieurs, y compris en considérant uniquement

les ménages situés à moins de 1 kilomètre de la PTF. Ceci peut signifier que l'échelle du village n'est pas forcément la plus adaptée pour mesurer l'impact de la PTF. L'étendue des villages même relativement peu peuplés peut expliquer une différence de traitement au sein d'un même village et une fréquentation différenciée des services. Il existe donc des ménages appartenant à un village de traitement ne fréquentant pas la PTF qui sont inclus dans le groupe de traitement du modèle 1 et qui agissent à la baisse sur le coefficient d'impact. Ainsi, $31,7\,\%$ des ménages de l'échantillon se situent dans le rayon de 1 kilomètre autour de l'infrastructure, soit moins que les ménages habitant un village doté d'une PTF.

Quoique les résultats soient moins réguliers, il existe également un impact significatif d'être localisé dans un rayon autour de la PTF sur la réduction de la probabilité de malnutrition chronique mais aussi aigüe. De fait, les ménages vivant à moins de 1 kilomètre d'une plateforme ont une probabilité réduite de $47,2\,\%$ de voir leurs enfants touchés par un retard de croissance critique et réduite de $33,2\,\%$ pour les retards de croissance très critiques (tableau 21, colonnes 2 et 5). De nouveau, ces deux coefficients sont supérieurs à ceux obtenus lorsque le traitement est porté au niveau du village dans son ensemble (tableau 9, colonnes 2 et 5). Enfin, un effet significatif sur la réduction de la malnutrition de court terme, à la fois critique et très critique est observé pour les ménages localisés dans un rayon de 5 kilomètres autour de l'infrastructure. Cet effet sur la malnutrition aigüe semblerait ainsi avoir une diffusion légèrement plus étendue que l'effet sur la malnutrition chronique.

7 CONCLUSION

Cette analyse vise à établir l'impact du programme des plateformes multifonctionnelles sur l'anthropométrie des enfants. Face à la présence de biais de placement du programme dans les villages, biais à la fois du côté de l'offre et de la demande du programme, des variables instrumentales captant la mobilisation du village et le phénomène de captation du

programme au service des élites sont utilisées. Parallèlement, la procédure de sélection de l'échantillon des villages non traités par appariement génétique réduit également ce biais.
Il est établi que la présence de ce service énergétique améliore le statut nutritionnel de long terme des enfants et réduit la probabilité de retard de croissance. Cet effet est progressif dans le temps. En revanche, le statut nutritionnel de court terme, lié notamment à des chocs conjoncturels ne peut être amélioré que sous la condition d'avoir une PTF en fonctionnement et ouverte largement au cours de la semaine. Un résultat essentiel de l'analyse est que les infrastructures en fonctionnement ont un impact moindre sur la nutrition de long terme que celui de l'ensemble des plateformes en fonctionnement ou non. Ce résultat a été interprété comme l'illustration du rôle de déclencheur de la PTF qui permet une modification durable des comportements. Les plateformes ont un effet sur l'anthropométrie au travers des services proposés, mais à celui-ci s'ajoute un effet au travers des changements sociaux qu'elles diffusent dans le village. Par ailleurs, l'utilisation de données géolocalisées permet d'établir l'effet de la distance à la PTF, les enfants les plus proches ayant un risque de retard de croissance réduit. Pour autant, les effets de diffusion de la PTF ne se limitent pas au village mais touchent également les ménages des villages alentours situés à moins d'une heure de marche du service.

Même si cette analyse conclue à des effets positifs de l'intervention extérieure sur la vulnérabilité des ménages saisie au travers de la nutrition des enfants, un certain nombre de points doivent également être soulignés.
Tout d'abord, la question du suivi des PTF doit être posée par le programme pour assurer la durabilité des infrastructures d'une part et des Comités Féminins de Gestion d'autre part. En effet, l'impact de court terme sur la nutrition n'apparaît qu'en cas de fonctionnement intensif. De plus, le programme plateforme est jeune au Sénégal, si l'effet semble jusqu'ici progressif, l'impact des PTF au-delà de 10 ans est à interroger, notamment à partir des expériences des autres pays.

L'échelle d'intervention peut également être révisée, les résultats établissent un net effet de diffusion de la PTF. Cependant, l'installation, le financement et la gestion de l'infrastructure restent à la charge d'un seul village. Ainsi, des coopérations entre communautés villageoises pourraient être envisagées, notamment pour les villages les plus isolés et les plus pauvres.

Enfin, le recours à l'analyse par variables instrumentales a mis en lumière un double processus d'autosélection des villages les plus mobilisés et de captation par les élites du programme. Il y a donc des villages exclus et auto-exclus de l'opportunité d'une PTF. Dans le contexte de diffusion et de changement d'échelle du programme, l'attention des ONG chargées de la mise en œuvre pourrait se porter sur ces villages, ceci en proposant par exemple une sensibilisation ciblée tout en maintenant l'exigence d'appropriation de l'infrastructure.

Bibliographie

H. Alderman : Anthropometry. *Designing Household Survey Questionnaires for Developing Countries*, p. 251–272, 2000.

H. Alderman, J. Hoddinott et B. Kinsey : Long term consequences of early childhood malnutrition. *Oxford Economic Papers*, 58(3):450–474, 2006.

J. Arcand et L. Bassolé : Does Community Driven Development Work ? Evidence from Senegal. *Études et Documents*, 6, 2006.

J. Behrman et J. Hoddinott : Programme evaluation with unobserved heterogeneity and selective implementation : The Mexican PROGRESA impact on child nutrition. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 67(4):547–569, 2005.

G. Blundo : Les communautés rurales ont un quart de siècle : Décentralisation, recomposition des pouvoirs locaux et gestion des ressources au Sénégal. *Contribution to the IED/APAD symposium Les dimensions sociales et économiques du développement local et de la décentralisation en Afrique au sud du Sahara, Louvain la Neuve, Belgium*, 20(21), 1997.

G. Blundo : Logiques de gestion publique dans la décentralisation sénégalaise : Participation factionnelle et ubiquité réticulaire. *Bulletin de l'APAD*, 15, 1998.

M. T. Kuenzi : Nonformal education, political participation, and democracy : Findings from Senegal. *Political Behavior*, 28(1):1–31, 2006.

S. Linnemayr, H. Alderman et A. Ka : Determinants of malnutrition in Senegal : Individual, household, community variables, and their interaction. *Economics & Human Biology*, 6(2):252–263, 2008.

A. Piveteau : Décentralisation et développement local au Sénégal. Chronique d'un couple hypothétique. *Tiers-Monde*, 46(181):71–93, 2005.

J. D. Sargan : The estimation of economic relationships using instrumental variables. *Econometrica*, 26(3):pp. 393–415, 1958.

A. Sen et S. Sengupta : Malnutrition of rural children and the sex bias. *Economic and Political Weekly*, 18(19/21):855–864, 1983.

L. Smith et L. Haddad : *Explaining child malnutrition in developing countries : A cross-country analysis*. International Food Policy Research Institute, 2000.

J. H. Stock et J. H. Wright : GMM with weak identification. *Econometrica*, 68(5):1055–1096, 2000.

J. Stock et M. Yogo : *Identification and inference for econometric models : Essays in honor of Thomas Rothenberg*. Cambridge University Press, 2005.

C. Vandermeersch et O. Chimere-Dan : Child fostering under six in Senegal in 1992-1993. *Population (English Edition, 2002-)*, 57(4/5):659–685, 2002.

R. Vengroff et A. Johnston : *Decentralization and the implementation of rural development in Senegal : The view from below*, vol. 1. Edwin Mellen Press, 1989.

R. Vengroff et M. Magala : Democratic reform, transition and consolidation : Evidence from Senegal's 2000 presidential election. *The Journal of Modern African Studies*, 39 (1):129–162, 2001.

J. C. Waterlow : Note on the assessment and classification of protein-energy malnutrition in children. *The Lancet*, 302(7820):87–89, 1973.

J. Waterlow : Classification and definition of protein-calorie malnutrition. *British medical journal*, 3(5826):566, 1972.

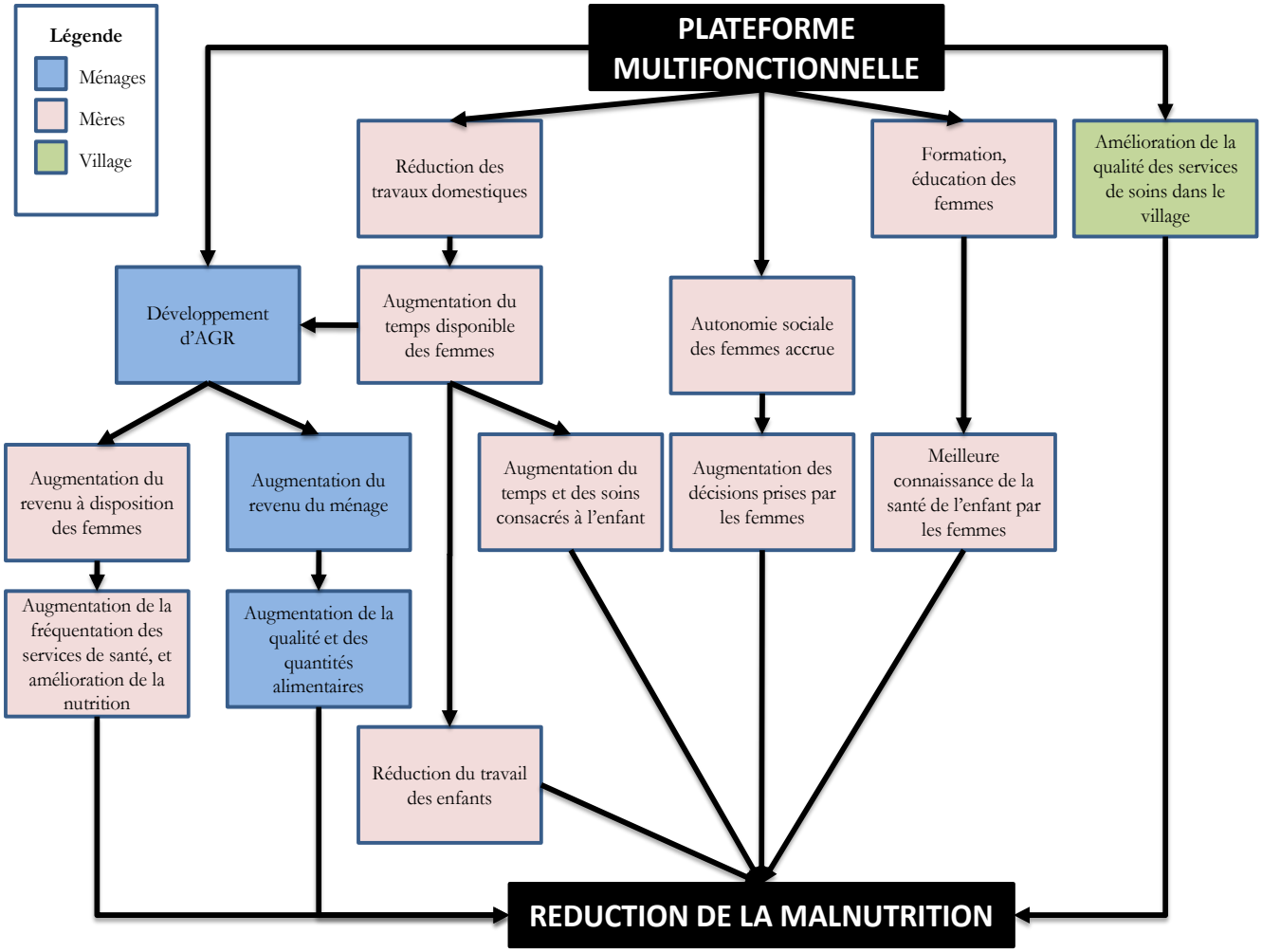

FIGURE 1 – Facteurs de diffusion des PTF à la malnutrition

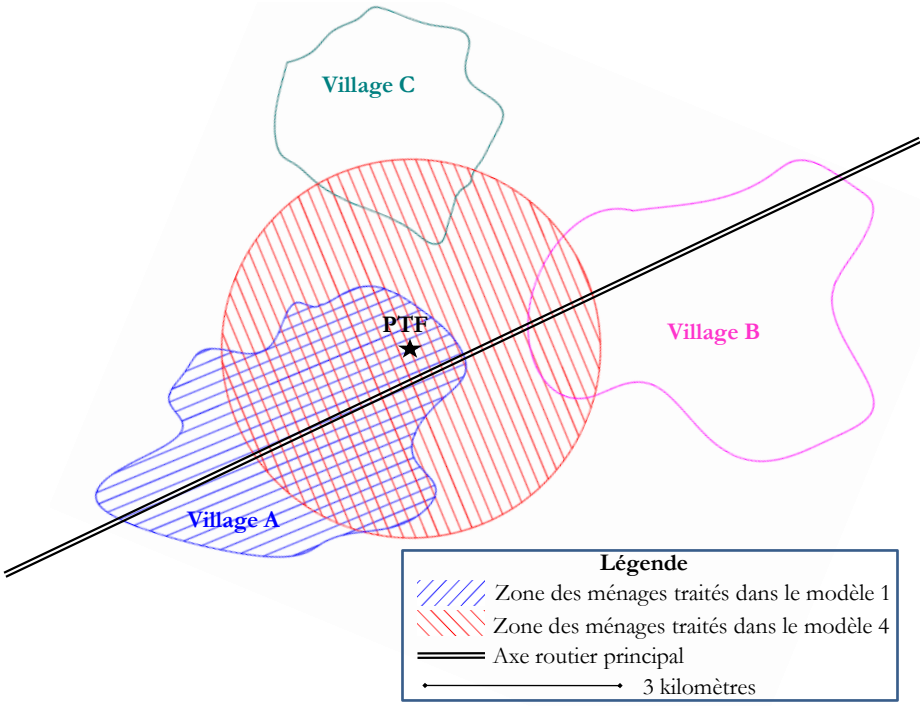

FIGURE 2 – Différenciation des groupes de traitement entre les modèles 1 et 4

Pourcentage de l'échantillon avec z-scores taille pour âge (HAZ) inférieurs à -2	**Villages avec PTF**	**Villages sans PTF**	*T-test* de *différence*	**Total**
Enfants de moins de 24 mois	22.89	23.93	*p-val=0.849*	23.65
Enfants de 24 mois ou plus	42.46	33.38	*p-val=0.005*	36.49
T-test de différence	*p-val=0.001*	*p-val=0.007*		*p-val=0.000*
Garçons	42.85	31.30	*p-val=0.003*	35.16
Filles	33.15	30.30	*p-val=0.494*	31.20
T-test de différence	*p-val=0.044*	*p-val=0.758*		*p-val=0.133*
Total	38.35	30.62	0.002	33.14

TABLEAU 1 – Prévalence de la sous-nutrition chronique selon la présence d'une PTF, le sexe et l'âge

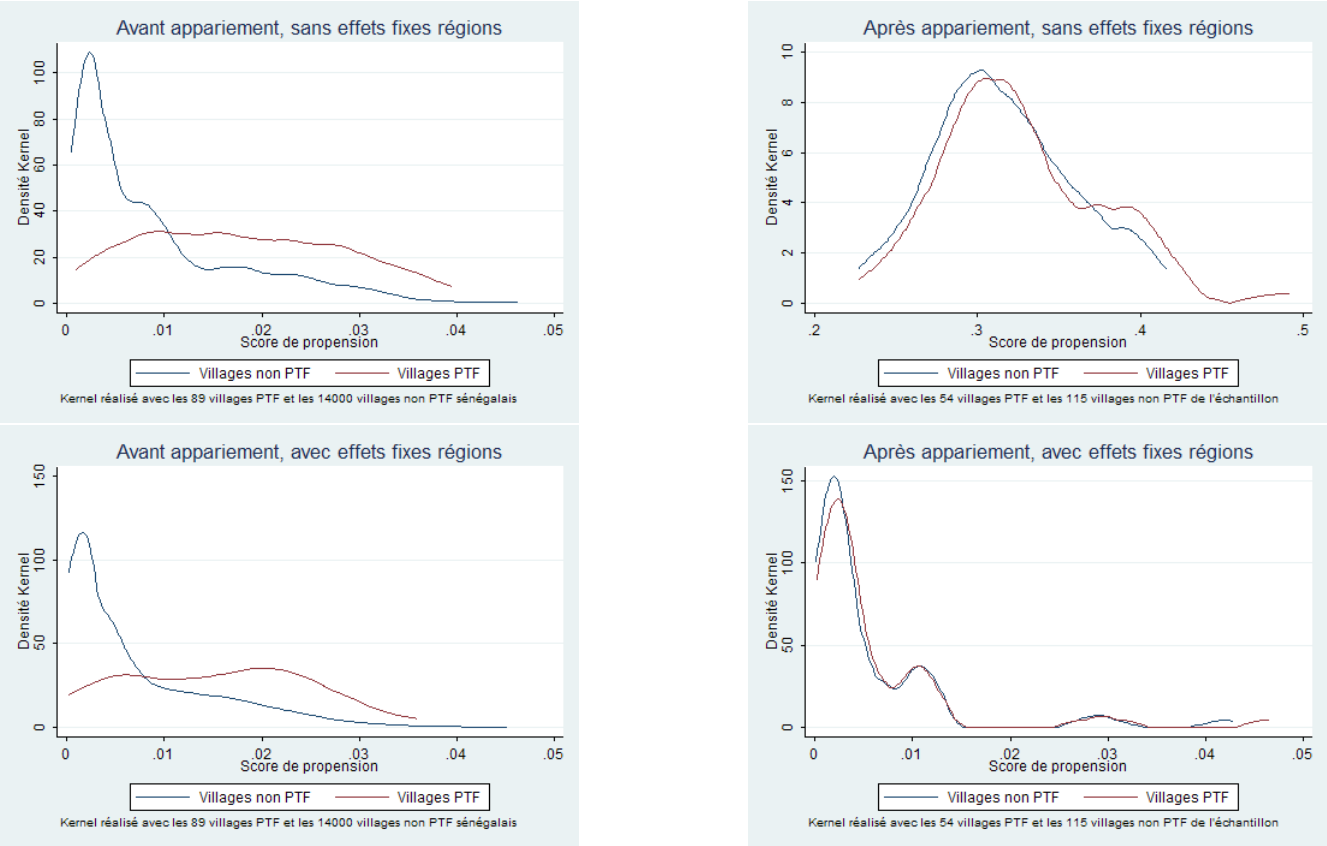

FIGURE 3 – Kernel des scores de propension, avant et après appariement

Pourcentage de l'échantillon avec z-scores poids pour taille (HAZ) inférieurs à -2	**Villages avec PTF**	**Villages sans PTF**	*T-test* de *différence*	**Total**
Enfants de moins de 24 mois	22.89	23.50	*p-val=0.910*	23.34
Enfants de 24 mois ou plus	19.27	18.02	*p-val=0.634*	18.45
T-test de différence	*p-val=0.463*	*p-val=0.070*		*p-val=0.057*
Garçons	21.21	21.73	*p-val=0.874*	21.56
Filles	18.47	16.99	*p-val=0.659*	17.44
T-test de différence	*p-val=0.490*	*p-val=0.077*		*p-val=0.064*
Total	18.62	19.85	*p-val=0.564*	19.46

TABLEAU 2 – Prévalence de la sous-nutrition de court terme selon la présence d'une PTF, le sexe et l'âge

	Équations instrumentales			
	Modèle 1	**Modèle 2**	**Modèle 3**	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	PTF	Durée présence PTF	PTF en fonctionnement	Temps ouverture PTF
Taux de participation élection	-0.016	0.231***	-0.103*	
	(0.047)	(0.040)	(0.057)	
Herfindhal de concentration des votes	-0.881***	-2.006***	-0.523**	-8.411***
	(0.216)	(0.396)	(0.246)	(3.735)
Concordance parti majoritaire village/CR	-1.362**	-4.038***		
	(0.676)	(0.743)		
Pourcentage parti majoritaire CR dans le village	2.265*	6.477***		
	(1.232)	(1.233)		
Observations	1 166	1 166	1 192	1 192
R^2	0.241	0.249	0.173	0.110
Test de suridentification des instruments				
Statistique de Stock Wright LM S	1.92	6.79	0.110	0.010
	p-val=0.751	*p-val=0.147*	*p-val=0.948*	*p-val=0.938*
Test de Sargan-Hansen	1.113	1.269	0.086	
	p-val=0.774	*p-val=0.736*	*p-val=0.769*	
Test d'instruments faibles				
F-test	18.16	20.36	27.88	5.07
	p-val=0.000	*p-val=0.000*	*p-val=0.000*	*p-val=0.024*

L'ensemble des variables de contrôle (37) au niveau enfant, ménage et village est inclus dans ces régressions mais seuls les résultats pour les instruments sont présentés. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %.

Tableau 3 – Équations instrumentales et tests, modèles 1, 2 et 3

	Équations instrumentales Modèle 4							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Log distance ménage/PTF	PTF rayon 1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	7.5 km	10 km
Taux de participation élection	0.011	-0.028	0.010	0.014	0.002	0.025	0.002	-0.016***
	(0.026)	(0.018)	(0.016)	(0.015)	(0.014)	(0.016)	(0.008)	(0.006)
Herfindhal de concentration des votes	1.481***	-0.835***	-0.298***	-0.236***	-0.154**	-0.258***	-0.378***	-0.117***
	(0.173)	(.13)	(0.088)	(0.074)	(0.068)	(0.067)	(0.066)	(0.026)
Observations	1 169	1 143	1 143	1 143	1 143	1 143	1 143	1 143
R^2	0.222	0.15	0.121	0.117	0.194	0.293	0.28	0.379
Test de suridentification des instruments								
Statistique de Stock Wright LM S	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170
	p-val=0.9165	*p-val=0.916*	*p-val=0.916*	*p-val=0.916*	*p-val=0.916*	*p-val=0.916*	*p-val=0.916*	*p-val=0.916*
Test de Sargan-Hansen	0.174	0.174	0.167	0.163	0.163	0.174	0.174	0.155
	p-val=0.6764	*p-val=0.676*	*p-val=0.683*	*p-val=0.686*	*p-val=0.686*	*p-val=0.676*	*p-val=0.676*	*p-val=0.693*
Test d'instruments faibles								
F-test	42.11	28.67	10.60	9.68	6.02	14.40	15.96	12.78
	p-val=0.000	*p-val=0.000*	*p-val=0.000*	*p-val=0.000*	*p-val=0.002*	*p-val=0.000*	*p-val=0.000*	*p-val=0.000*

L'ensemble des variables de contrôle (37) au niveau enfant, ménage et village est inclus dans ces régressions mais seuls les résultats pour les instruments sont présentés. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %.

Tableau 4 – Équations instrumentales et tests, modèle 4

VARIABLES	Descriptions
WHZ	Z-score poids pour taille
HAZ	Z-score taille pour âge
WAZ	Z-score poids pour âge
WHZ<-2	Muette, le z-score est inférieur à -2 écarts-types
HAZ<-2	Muette, le z-score est inférieur à -2 écarts-types
WAZ<-2	Muette, le z-score est inférieur à -2 écarts-types
WHZ<-3	Muette, le z-score est inférieur à -3 écarts-types
HAZ<-3	Muette, le z-score est inférieur à -3 écarts-types
WAZ<-3	Muette, le z-score est inférieur à -3 écarts-types
PTF	Muette, le village est doté d'une PTF
Durée de la présence PTF	Nombre d'années de présence d'une PTF dans le village
PTF en fonctionnement	Muette, la PTF est en état de fonctionnement
Temps ouverture PTF	Durée d'ouverture hebdomadaire de la PTF, en heure
Distance ménage/PTF	Distance entre le ménage et la PTF la plus proche, en kilomètre
Log distance ménage/PTF	$(log + 1)$ de la distance entre le ménage et la PTF la plus proche
Rayon PTF 1/2... km	Muette, le ménage se situe à moins de 1/2... kilomètres d'une PTF
Âge	Âge de l'enfant, en mois
Sexe	Muette, l'enfant est de sexe féminin
Jumeau	Muette, l'enfant est né d'une grossesse géméllaire (ou plus)
Nb doses PEV	Nombre de doses du Programme Élargi de Vaccination reçues
Sevrage	Muette, l'enfant est sevré (au moins partiellement)
Âge du sevrage	Âge de l'enfant lors du début de son sevrage, en mois
Paludisme	Muette, enfant atteint de paludisme le mois précédant l'enquête
Diarrhée	Muette, enfant atteint de diarrhée le mois précédant l'enquête
Âge mère	Âge de la mère de l'enfant, en années révolues
(Âge mère)^2	Âge de la mère de l'enfant, en années révolues au carré
Alphabétisation mère	Muette, la mère de l'enfant sait lire et écrire
Maladie mère	Muette, mère de l'enfant malade le mois précédant l'enquête
Différence âge parents	Nombre d'années de différence entre la femme et son conjoint
Indicateur richesse	Indicateur composite de richesse
Nb membres	Nombre de membres dans le ménage
Rang naissance	Rang de naissance utérin de l'enfant
Nb enfants - 5	Nombre total d'enfants de moins de 5 ans dans le ménage
Durée soudure	Durée de la période de soudure actuelle, en semaines
Choc maladie cultures	Muette, le ménage a subi un choc lié à une maladie sur ses cultures
Population village	Nombre d'habitants dans le village
Taux participation élection	Taux de participation à l'élection locale de 2002 dans le village
Herfindhal de concentration des votes	Indice de concentration des votes dans le village
Concordance parti majoritaire village/CR	Muette, parti majoritaire du village similaire à celui de la CR
Pourcentage parti majoritaire CR dans village	Pourcentage réalisé dans le village par le parti majoritaire de la CR

Tableau 5 – Descriptions des variables

VARIABLES	Moyennes	Écarts-types	Observations
WHZ	-0.781	1.641	1 166
HAZ	-1.004	2.336	1 166
WAZ	-1.564	1.921	1 166
WHZ<-2	0.195	0.396	1 166
HAZ<-2	0.331	0.471	1 166
WAZ<-2	0.398	0.490	1 166
WHZ<-3	0.070	0.255	1 166
HAZ<-3	0.198	0.398	1 166
WAZ<-3	0.216	0.412	1 166
PTF	0.328	0.470	1 166
Durée de la présence PTF	1.127	1.934	1 166
PTF en fonctionnement	0.244	0.429	1 166
Temps ouverture PTF	6.027	14.966	1 166
Distance ménage/PTF	25.158	27.990	1 166
Log distance ménage/PTF	2.252	1.681	1 166
Rayon PTF 1 km	0.317	0.465	1 166
Rayon PTF 2 km	0.355	0.478	1 166
Rayon PTF 3 km	0.358	0.479	1 166
Rayon PTF 4 km	0.376	0.484	1 166
Rayon PTF 5 km	0.403	0.490	1 166
Rayon PTF 7.5 km	0.403	0.498	1 166
Rayon PTF 10 km	0.478	0.499	1 166
Âge	28.414	17.888	1 166
Sexe	0.471	0.499	1 166
Jumeau	0.006	0.077	1 166
Nb doses PEV	4.339	1.473	1 166
Sevrage	0.659	0.474	1 166
Âge sevrage	12.679	10.716	1 166
Paludisme	0.017	0.128	1 166
Diarrhée	0.013	0.113	1 166
Âge mère	26.248	7.753	1 166
(Âge mère)^2	749.042	451.057	1 166
Alphabétisation mère	0.171	0.376	1 166
Maladie mère	0.059	0.236	1 166
Différence âge parents	14.234	8.346	1 166
Indicateur richesse	-0.035	1.845	1 166
Nb membres	14.225	6.28	1 166
Rang naissance	3.489	2.049	1 166
Nb enfants - 5	3.409	1.945	1 166
Durée soudure	6.790	8.000	1 166
Choc maladie cultures	0.445	0.497	1 166
Population village	549.704	402.249	1 166
Taux de participation élection	2.098	0.841	1 166
Herfindhal de concentration des votes	0.546	0.13	1 166
Concordance parti majoritaire village/CR	0.693	0.462	1 166
Pourcentage parti majoritaire CR dans le village	0.623	0.272	1 166

Tableau 6 – Statistiques descriptives sur les variables

VARIABLES	**DMC** (1) WHZ	**DMC** (2) HAZ	**DMC** (3) WAZ
PTF	-0.547	2.441***	0.468
	(0.602)	(0.779)	(0.530)
Âge	-0.014***	-0.064***	-0.063***
	(0.004)	(0.006)	(0.004)
Sexe	0.142	0.167	0.297***
	(0.097)	(0.130)	(0.099)
Jumeau	0.122	-0.583	-0.160
	(0.323)	(0.505)	(0.475)
Nb doses PEV	-0.086***	0.013	-0.043
	(0.032)	(0.053)	(0.040)
Sevrage	0.482*	-0.278	0.074
	(0.282)	(0.364)	(0.314)
Âge sevrage	-0.013	0.045***	0.013
	(0.013)	(0.016)	(0.014)
Paludisme	-0.090	-0.291	-0.633
	(0.363)	(0.322)	(0.404)
Diarrhée	-1.255***	-0.878*	-0.883***
	(0.382)	(0.463)	(0.342)
Âge mère	0.008	-0.040	0.037
	(0.038)	(0.048)	(0.034)
(Âge mère)^2	-0.000	0.001	-0.001
	(0.001)	(0.001)	(0.001)
Alphabétisation mère	0.035	-0.277	-0.258*
	(0.135)	(0.182)	(0.140)
Maladie mère	-0.161	0.006	-0.079
	(0.182)	(0.284)	(0.207)

Tableau 7 – Modèle 1, effet de la présence de la PTF sur les z-scores (1re partie)

VARIABLES SUITE	**DMC** (1) WHZ	**DMC** (2) HAZ	**DMC** (3) WAZ
Différence âge parents	-0.005	-0.008	-0.010*
	(0.005)	(0.007)	(0.006)
Indicateur richesse	0.060*	0.056	0.018
	(0.036)	(0.047)	(0.037)
Nb membres	-0.000	-0.041**	0.002
	(0.012)	(0.016)	(0.012)
Rang naissance	.082***	-0.020	0.028
	(0.030)	(0.040)	(0.032)
Nb enfants - 5	-0.020	0.096**	-0.019
	(0.035)	(0.048)	(0.036)
Durée soudure	-0.007	0.009	0.010
	(0.006)	(0.008)	(0.007)
Choc maladie cultures	0.213*	-0.298*	-0.056
	(0.113)	(0.153)	(0.120)
Population village	-0.000	0.001***	0.001***
	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Observations	1 165	1 149	1 215
R^2	0.059	0.135	0.290

Instrumenté : PTF. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes, concordance parti majoritaire village/CR et pourcentage parti majoritaire CR dans le village. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 8 – Modèle 1, effet de la présence de la PTF sur les z-scores (2e partie)

VARIABLES	DMC (1) WHZ<-2	DMC (2) HAZ<-2	DMC (3) WAZ<-2	DMC (4) WHZ<-3	DMC (5) HAZ<-3	DMC (6) WAZ<-3
PTF	-0.005	-0.394**	-0.102	-0.080	-0.275*	-0.038
	(0.130)	(0.155)	(0.147)	(0.088)	(0.147)	(0.129)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Observations	1 165	1 149	1 215	1 165	1 149	1 215
R^2	0.026	0.049	0.129	0.037	0.029	0.159

Instrumenté : PTF. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes, concordance parti majoritaire village/CR et pourcentage parti majoritaire CR dans le village. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 9 – Modèle 1, effet de la présence de la PTF sur la probabilité de malnutrition

VARIABLES	DMC (1) WHZ	DMC (2) HAZ	DMC (3) WAZ
Durée présence PTF	-0.099	0.612***	0.243**
	(0.107)	(0.160)	(0.104)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui
Observations	1 166	1 149	1 215
R^2	0.054	-0.078	0.205

Instrumenté : Durée de la présence PTF. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes, concordance parti majoritaire village/CR et pourcentage parti majoritaire CR dans le village. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 10 – Modèle 2, effet de la durée de présence de la PTF les sur z-scores

VARIABLES	DMC (1) WHZ<-2	DMC (2) HAZ<-2	DMC (3) WAZ<-2	DMC (4) WHZ<-3	DMC (5) HAZ<-3	DMC (6) WAZ<-3
Durée présence PTF	-0.016	-0.113***	-0.057*	0.014	-0.076***	-0.040
	(0.027)	(0.034)	(0.030)	(0.019)	(0.026)	(0.026)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Observations	1 166	1 149	1 215	1 166	1 149	1 215
R^2	0.021	-0.125	0.073	0.051	-0.073	0.086

Instrumenté : Durée de la présence PTF. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes, concordance parti majoritaire village/CR et pourcentage parti majoritaire CR dans le village. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 11 – Modèle 2, effet de la durée de présence de la PTF sur la probabilité de malnutrition

VARIABLES	DMC (1) WHZ	DMC (2) HAZ	DMC (3) WAZ
PTF en fonctionnement	-0.126	1.844**	0.426
	(0.740)	(0.859)	(0.697)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui
Observations	1 191	1 173	1 239
R^2	0.061	0.149	0.287

Instrumenté : PTF en fonctionnement. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 12 – Modèle 3, effet de la présence de la PTF en fonctionnement sur les z-scores

VARIABLES	DMC (1) WHZ<-2	DMC (2) HAZ<-2	DMC (3) WAZ<-2	DMC (4) WHZ<-3	DMC (5) HAZ<-3	DMC (6) WAZ<-3
PTF en fonctionnement	-0.006	-0.333*	-0.097	-0.231*	-0.147	-0.097
	(0.169)	(0.183)	(0.178)	(0.133)	(0.134)	(0.178)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Observations	1 191	1 173	1 239	1 191	1 173	1 239
R^2	0.025	0.060	0.124	0.003	0.043	0.124

Instrumenté : PTF en fonctionnement. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 13 – Modèle 3, effet de la présence de la PTF en fonctionnement sur la probabilité de malnutrition

VARIABLES	DMC (1) WHZ	DMC (2) HAZ	DMC (3) WAZ
Temps ouverture PTF	0.005	0.152*	0.070
	(0.067)	(0.091)	(0.060)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui
Observations	1 191	1 173	1 239
R^2	0.058	-0.181	0.176

Instrumenté : Temps ouverture PTF. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 14 – Modèle 3, effet du temps d'ouverture hebdomadaire de la PTF sur les z-scores

VARIABLES	DMC (1) WHZ<-2	DMC (2) HAZ<-2	DMC (3) WAZ<-2	DMC (4) WHZ<-3	DMC (5) HAZ<-3	DMC (6) WAZ<-3
Temps ouverture PTF	-0.018	-0.030*	-0.023	-0.030*	-0.023	-0.014
	(0.019)	(0.018)	(0.017)	(0.018)	(0.015)	(0.014)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Observations	1 191	1 173	1 239	1 191	1 173	1 239
R^2	-0.144	-0.247	-0.059	-1.030	-0.239	0.066

Instrumenté : Temps ouverture PTF. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 15 – Modèle 3, effet du temps d'ouverture hebdomadaire de la PTF sur la probabilité de malnutrition

VARIABLES	DMC (1) WHZ	DMC (2) HAZ	DMC (3) WAZ
Log distance ménage/PTF	-0.006	-1.128**	-0.482
	(0.377)	(0.492)	(0.389)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui
Observations	1 168	1 154	1 218
R^2	0.059	0.135	0.296

Instrumenté : Distance entre ménage et PTF. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 16 – Modèle 4.1, effet de la distance entre le ménage et la PTF sur les z-scores

VARIABLES	DMC (1) WHZ<-2	DMC (2) HAZ<-2	DMC (3) WAZ<-2	DMC (4) WHZ<-3	DMC (5) HAZ<-3	DMC (6) WAZ<-3
Log distance ménage/PTF	0.098	0.222**	0.155	0.168***	0.169*	0.088
	(0.091)	(0.107)	(0.104)	(0.064)	(0.089)	(0.092)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Observations	1 168	1 154	1 218	1 168	1 154	1 218
R^2	0.019	0.030	0.130	-0.041	0.013	0.158

Instrumenté : Distance entre ménage et PTF. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 17 – Modèle 4.1, effet de la distance entre le ménage et la PTF sur la probabilité de malnutrition

VARIABLES	EF (1) WHZ	EF (2) HAZ	EF (3) WAZ
Distance ménage/PTF	-0.257**	0.203	-0.197
	(0.128)	(0.143)	(0.136)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui
Observations	389	391	406
R^2	0.120	0.244	0.299

* significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 18 – Modèle 4.2, effet de la distance entre le ménage et la PTF sur les z-scores, échantillon traité

VARIABLES	**EF**	**EF**	**EF**	**EF**	**EF**	**EF**
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	WHZ<-2	HAZ<-2	WAZ<-2	WHZ<-3	HAZ<-3	WAZ<-3
Distance ménage/PTF	-0.005	-0.069**	0.085**	0.031	-0.030	0.065**
	(0.030)	(0.032)	(0.039)	(0.026)	(0.027)	(0.031)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Observations	389	391	406	389	391	406
R^2	0.088	0.123	0.194	0.092	0.111	0.215

* significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 19 – Modèle 4.2, effet de la distance entre le ménage et la PTF sur la probabilité de malnutrition, échantillon traité

VARIABLES	**DMC** (1) WHZ	**DMC** (2) HAZ	**DMC** (3) WAZ
PTF rayon 1 km	-0.668	2.797***	0.559
	(0.690)	(0.881)	(0.610)
PTF rayon 2 km	-1.247	4.38**	0.808
	(1.564)	(1.893)	(1.206)
PTF rayon 3 km	-1.279	4.195**	0.768
	(1.736)	(2.037)	(1.275)
PTF rayon 4 km	-2.96	7.723**	0.895
	(2.656)	(3.746)	(1.700)
PTF rayon 5 km	1.046	-1.395	0.297
	(0.684)	(0.941)	(0.875)
PTF rayon 7,5 km	0.699	0.910	0.919
	(1.076)	(1.615)	(1.268)
PTF rayon 10 km	-1.681	9.501	2.889
	(3.618)	(6.327)	(5.234)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui
Observations	1 142	1 130	1 194

Instrumenté : Muettes rayons. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 20 – Modèle 4.3, effet de la présence de la PTF dans un rayon donné autour du ménage sur les z-scores

VARIABLES	DMC (1) WHZ<-2	DMC (2) HAZ<-2	DMC (3) WAZ<-2	DMC (4) WHZ<-3	DMC (5) HAZ<-3	DMC (6) WAZ<-3
PTF rayon 1 km	0.003	-0.472***	-0.119	-0.110	-0.332**	-0.010
	(0.155)	(0.177)	(0.166)	(0.104)	(0.162)	(0.146)
PTF rayon 2 km	-0.154	-0.616	-0.246	-0.152	-0.575	-0.089
	(0.328)	(0.390)	(0.334)	(0.221)	(0.371)	(0.292)
PTF rayon 3 km	-0.203	-0.550	-0.252	-0.134	-0.565	-0.103
	(0.362)	(0.418)	(0.352)	(0.242)	(0.403)	(0.307)
PTF rayon 4 km	0.046	-1.072	-0.220	-0.075	-0.957	-0.059
	(0.529)	(0.741)	(0.475)	(0.358)	(0.679)	(0.41)
PTF rayon 5 km	-0.309**	0.214	-0.246	-0.225**	0.060	-0.157
	(0.147)	(0.225)	(0.252)	(0.102)	(0.165)	(0.209)
PTF rayon 7,5 km	-0.340	-0.212	-0.391	-0.382**	-0.253	-0.179
	(0.251)	(0.349)	(0.348)	(0.166)	(0.275)	(0.29)
PTF rayon 10 km	0.722	-2.367*	-0.199	-0.573	-0.917	0.367
	(0.879)	(1.395)	(1.328)	(0.517)	(1.08)	(1.145)
Caractéristiques enfant	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques mère	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques ménage	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Caractéristiques village	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Observations	1 142	1 130	1 194	1 142	1 130	1 194

Instrumenté : Muettes rayons. Instruments : taux de participation élection, indice de Herfindhald de concentration des votes. * significativité à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %

Tableau 21 – Modèle 4.3, effet de la présence de la PTF dans un rayon donné autour du ménage sur la probabilité de malnutrition

	Scoring factors			Moyennes	Écarts-types
	Compo. 1	Compo. 2	Compo. 3		
Superficie des parcelles cultivées	0.032	0.276	0.026	5.487	6.846
Télévision	0.399	-0.071	0.040	0.190	0.392
Voiture	0.234	0.012	0.283	0.024	0.152
Frigidaire	0.253	-0.053	0.277	0.036	0.186
Radio	0.222	0.067	-0.207	0.731	0.444
Montre	0.243	0.058	-0.048	0.474	0.499
Lit	0.144	-0.041	-0.308	0.833	0.373
Vélo	0.021	0.496	-0.049	0.255	0.436
Moto	0.157	0.335	0.110	0.107	0.309
Table	0.306	0.072	0.006	0.253	0.435
Magnétoscope	0.172	0.308	0.057	0.084	0.277
Climatiseur	0.049	0.065	0.398	0.008	0.087
Ordinateur	0.068	0.025	0.572	0.018	0.133
Téléphone portable	0.232	-0.079	-0.329	0.650	0.477
Accès eau au domicile	0.248	-0.310	0.066	0.215	0.411
Toilettes équipés d'eau	-0.059	-0.139	-0.010	0.244	0.430
Combustible ni bois ni charbon	0.139	0.055	-0.088	0.249	0.432
Accès à l'électricité	0.361	-0.096	0.079	0.156	0.363
Nombre de constructions	0.010	0.482	-0.139	3.851	2.703
Sol en ciment	.309	-0.145	-0.177	0.532	0.499
Murs en brique ou ciment	0.125	0.234	-0.078	0.814	0.390
Toit non tôle ni paille	0.240	-0.047	-0.119	0.166	0.372
Eigenvalue	3.487	2.033	1.442		
Part de la variance associée	0.158	0.092	0.066		

Tableau 22 – Analyse en composantes principales, construction de l'indicateur de richesse