Institutional Repository - Research Portal
Dépôt Institutionnel - Portail de la Recherche
researchportal.unamur.be
University of Namur

THESIS / THÈSE

DOCTEUR EN SCIENCES ÉCONOMIQUES ET DE GESTION

Vers une innovation au service des utilisateurs dans les pays en voie de développement

Sissoko, Mamadou

Award date:
2020

Awarding institution:
Universite de Namur

Link to publication

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Download date: 03. Jul. 2025

Université de Namur

Faculté des sciences économiques, sociales et de gestion
Département de gestion
Creativity and Innovation Research Center

Vers une innovation au service des utilisateurs dans les pays en voie de développement

Mamadou Sissoko

Thèse présentée en vue de l'obtention
du grade de Docteur
en sciences économiques et de gestion

Février 2020

Composition du Jury :

Prof. Jean-Yves Gnabo – Président, Université de Namur, Belgique

Prof. Annick Castiaux – Promoteur, Université de Namur, Belgique
Prof. Stéphane Faulkner, Université de Namur, Belgique
Prof. Wafa Hammedi, Université de Namur, Belgique
Prof. Ludwig Lauwers, Universiteit Ghent & ILVO, Belgique
Prof. Melinda Smale, Michigan State University, USA

Graphisme de couverture : © Presses universitaires de Namur

© Presses universitaires de Namur & Mamadou Sissoko
Rue Grandgagnage 19
B - 5000 Namur (Belgique)

Toute reproduction d'un extrait quelconque de ce livre,
hors des limites restrictives prévues par la loi,
par quelque procédé que ce soit, et notamment par photocopie ou scanner,
est strictement interdite pour tous pays.

Imprimé en Belgique
ISBN : 978-2-39029-105-3
Dépôt légal: D/2020/1881/2

Résumé

Ces dernières années, il y a un intérêt croissant des chercheurs en sciences de gestion pour l'innovation dans les pays en voie de développement (PVD). La majorité de la population mondiale vit dans ces pays, dispose de très faibles revenus, et a peu d'accès aux innovations appropriées. En effet, les technologies proposées sont en général le résultat de processus d'innovations linéaires de type *technology-push*, qui ne prennent pas toujours en compte les besoins locaux des utilisateurs. De plus, elles sont introduites depuis les pays développés sans réelle adaptation aux conditions d'usage et aux moyens financiers des utilisateurs.

Cette thèse vise à mieux comprendre comment l'innovation de produit peut mieux répondre aux besoins des utilisateurs dans les PVD, en s'appuyant sur trois piliers. Tout d'abord, nous vérifions si l'intensité de participation des utilisateurs dans le processus d'innovation affecte l'adoption de l'innovation. Ensuite, nous cherchons à comprendre plus en profondeur comment cette participation se déroule, et examinons les déterminants qui peuvent affecter la décision de participer. Enfin, nous analysons une nouvelle approche d'innovation, dite frugale, laquelle semble se manifester dans des conditions de ressources limitées pour répondre plus efficacement aux besoins des utilisateurs dans les PVD. Nous en identifions les antécédents, les moteurs et les impacts. Pour atteindre cet objectif, nous utilisons une méthodologie de recherche mixte, en se basant sur les projets d'innovations, notamment, de variétés de sorgho et de semoir, dans le secteur de l'agriculture au Mali, et en s'appuyant sur une logique de raisonnement hypothético-déductif et abductif.

Les principaux résultats de cette thèse montrent une relation positive entre l'intensité de participation des utilisateurs dans l'innovation et la probabilité d'adoption de l'innovation. En plus de mettre en évidence de manière dynamique et holistique six principales dimensions de la participation (impacts, étendue, modes, contexte et déterminants de la participation, et types de participants), les résultats de cette thèse amènent aussi à constater que l'innovation frugale émerge de l'intersection entre plusieurs antécédents et se développe grâce à la combinaison de moteurs clés, tels que la frugalité, les capacités de bricolage et la collaboration. Elle a aussi le potentiel d'offrir une solution abordable, accessible, appropriée et qui apporte de la valeur, et de favoriser la durabilité (économique, sociale et environnementale) et la collaboration continue. Ainsi, cette thèse contribue à la littérature sur la gestion de l'innovation, particulièrement axée sur les PVD, en apportant de nouvelles connaissances sur la participation des utilisateurs dans l'innovation et sur l'innovation frugale. Elle apporte aussi un certain nombre d'implications managériales et politiques.

Mots-clés : participation des utilisateurs ; approche participative ; innovation frugale ; processus d'innovation ; innovation agricole ; PVD ; Mali

Abstract

In recent years, there is a growing interest of scholars in management sciences for innovation in developing countries. Most of the world's population lives in those countries, earns a very low income and has little access to appropriate innovations. Indeed, the technologies offered are generally the result of linear innovation processes known as the "technology-push" approach, which do not always take into account the local needs of users. In addition, they are introduced from developed countries without any real adaptation to the conditions of use and to the financial means of users.

This thesis aims to better understand how product innovation can better meet the needs of users in developing countries, by drawing on three pillars. First, we ask whether the intensity of participation of users in the innovation process affects adoption of the innovation. Then, we seek to understand more in depth how this participation takes place, and examine the determinants that may influence the decision to participate. Finally, we analyze a new innovation approach, called "frugal innovation," which seems to emerge in conditions of limited resources in order to respond more effectively to the needs of users in developing countries. We identify the antecedents, drivers and impacts of frugal innovation. To achieve our overall research objective, we use mixed methods research applied to innovation projects about sorghum varieties and a seeder in the agricultural sector of Mali. We draw on hypothetico-deductive and abductive reasoning.

The main findings of this thesis show a positive relationship between the intensity participation of users in innovation and the probability of adoption of innovation. In a dynamic and holistic way, results show six main dimensions of participation (impacts, extent, modes, context and determinants of participation, and types of participants). Frugal innovation emerges from the intersection of several antecedents and grows thanks to the combination of key drivers, such as frugality, bricolage capabilities and collaboration. Frugal innovation has the potential to offer an affordable, accessible, appropriate and valued solution, as well as to foster sustainability (economic, social and environmental) and continued collaboration. Thus, this thesis contributes to the literature on innovation management that is particularly focused on developing countries, by bringing new knowledge on user participation in innovation and on frugal innovation. We also propose a number of managerial and political implications.

Keywords: user participation; participatory approach; frugal innovation; innovation process; agricultural innovation; developing countries; Mali

Remerciements

Je voudrais ici remercier de nombreuses personnes sans lesquelles cette thèse n'aurait pas été possible.

Tout d'abord, mes sincères remerciements et ma profonde gratitude vont à ma promotrice, Professeure Annick Castiaux, qui a bien voulu diriger cette thèse et m'encadrer durant toutes ces longues années. Chère Annick, merci pour votre soutien et pour votre confiance.

Mes vifs remerciements vont aux membres de mon comité d'accompagnement, les Professeurs Catherine Guirkinger et Stéphane Faulkner, pour leurs disponibilités, conseils et encouragements. Cher Stéphane, merci infiniment de m'avoir fait découvrir UNamur et de m'avoir donné l'occasion de revenir à la vie universitaire pour faire une thèse. Sans cela cette thèse n'aurait peut-être jamais vu le jour, en tout cas à UNamur.

Je tiens aussi à remercier chaleureusement les Professeurs Melinda Smale, Wafa Hammedi et Ludwig Lauwers pour leurs évaluations de mon travail et pour leurs commentaires en tant que membres du jury. Au Professeur Jean-Yves Gnabo, à qui j'exprime mon plus grand respect pour avoir accepté de présider ce jury.

Je voudrais également remercier le Professeur Alain Decrop pour les riches discussions que nous avons entretenues.

Ma profonde reconnaissance va également au Professeur Bertrand Bellon qui m'a enseigné la gestion de l'innovation à l'Université Paris 11, lors de mon Master « Innovation, Valorisation de la Recherche et Transferts de Compétences », dont je suis fier de faire partie de la première promotion, en 2006.

Au cours de cette thèse, j'ai eu l'immense chance et l'honneur de croiser le chemin de plusieurs scientifiques au Mali, aux Pays-Bas, aux USA, etc. Je pense particulièrement aux Professeurs John Staatz, Steven Haggblade, Peter Knorringa, Komakan Konaté et aux Docteurs Bino Témé, Oumar Niangado, Salif Bah, Sinaly Dembélé et Badra Alou Macalou. A tous, j'adresse mes sincères remerciements pour l'aide précieuse que vous m'avez accordé, sans quoi mes travaux n'auraient pas été aussi riches.

Cher John, grâce à toi j'ai « hérité » d'un vaste réseau de chercheurs. Merci d'avoir cru en moi dès notre première rencontre à East Lansing, Michigan, USA, sous un hiver glacial de janvier 2014. Ces souvenirs resteront à jamais gravés dans ma mémoire.

Cher Bino, lorsque John nous a présentés, tu es devenu comme un père pour moi. Aucun mot ne peut contenir la reconnaissance que j'ai pour toi. Ma seule tristesse est que tu nous as quittés avant ce moment tant espéré. Merci d'être une source d'inspiration et un repère pour moi.

Au cours de mon parcours doctoral, j'ai effectué plusieurs séjours de recherche, notamment à Michigan State University (MSU). Je tiens à remercier vivement les Professeures Véronique Theriault et Melinda Smale pour leur accueil, leur confiance et leur collaboration. Mes remerciements vont également à toute l'équipe de MSU (ancienne et actuelle) à Bamako pour leur soutien, sans oublier leurs partenaires notamment Ousmane et Yobi.

Mes investigations au Mali n'auraient pas pu avoir lieu sans le concours de nombreuses organisations et personnes. Je pense particulièrement aux chercheurs de l'Institut d'Economie Rurale, de l'ICRISAT, du CIRAD, mais aussi à des membres d'ONGs : AMEDD, ADRA Mali, ADAF/Gallé, GCOZA et SNV. Je pense également aux producteurs et aux organisations de producteurs (AOPP, ULPC, USCPMD, COOPROSEM et UACT) dans les zones de Dioila, Kati, Koutiala, et Tominian. Que tous trouvent dans ce travail l'expression de ma parfaite considération pour le temps que vous m'avez généreusement accordé.

Je tiens aussi à remercier fortement les doctorantes et doctorants (dont certains ont terminé) dont j'ai eu la chance de faire la connaissance à UNamur. Je pense d'abord à Sophie, Emmanuel, Gifty, Gilles, Julie et Justine. Merci à tous pour les échanges stimulants. Une mention particulière revient à Sophie pour ses différents conseils et relectures. Je pense également à Corentin, Joseph, Modeste, Malick, Christian, François, Alexandre, Fatima, Véronique, Jérôme, Joshua, etc. Un énorme merci à tous les membres du CIRCE.

Un tout grand merci au personnel de UNamur qui m'a apporté, au cours de cette thèse, un soutien administratif, informatique, ou à travers une séance de gestion de stresse. Je pense à Caroline, Stéphanie, Marie, Pierrette, Véronique, Benjamin et Fabrice.

Pour terminer, Je pense à ma famille et aux proches qui m'ont tant données. Ma reconnaissance et ma profonde gratitude vont à mon père, ma mère, mes tantes et mes oncles. Cher et formidable père, merci d'avoir toujours cru en moi. Du ciel, je peux imaginer la fierté dont tu as toujours manifesté à mon égard. Chère et merveilleuse mère, merci pour ton soutien

inconditionnel. Je pense également à mes amis, mes frères et sœurs, mes cousins et cousines. A la cadette de mes sœurs, merci pour ton soutien fraternel.

Ces derniers mots vont à ma chère épouse, que je tiens à remercier affectueusement pour sa patience. Sans toi, cette thèse ce serait arrêtée avant même d'avoir débuté. A mes enfants, qui ont enduré mon absence pendant tout ce temps. A tous, merci d'avoir rêvé de ce jour avec moi.

Mamadou Sissoko

Namur - Belgique, Janvier 2020.

Table des matières

Introduction générale **1**

Chapitre 1. Innovation dans les pays en voie de développement **9**
1. L'innovation dans le champ de la gestion en général 9
1.1 Définitions 9
1.2 Adoption et diffusion des innovations 12
1.3 Historique et évolution des modèles du processus d'innovation 14
1.3.1 Approches linéaires 15
1.3.2 Approches interactives 16
1.3.3 Approches systémiques 16
1.4 La participation des utilisateurs dans le processus d'innovation 18
1.4.1 Innovation à l'écoute des utilisateurs (participation passive) 19
1.4.2 Innovation avec les utilisateurs (participation active) 19
1.4.3 Innovation par les utilisateurs 21
2. L'innovation dans le secteur de l'agriculture 22
2.1 Aperçu sur l'innovation agricole 22
2.2 Les approches d'innovation dans le secteur de l'agriculture 26
2.2.1 Approches linéaires 26
2.2.2 Approches interactives 27
2.2.3 Systèmes d'innovation agricole 28
2.2.4 La participation des producteurs dans le processus d'innovation 30
3. Emergence des théories sur l'innovation frugale 32
Conclusion 39

Chapitre 2. Contexte de la recherche **41**
1. Aperçu du secteur de l'agriculture au Mali 41
2. Le besoin d'innovation variétale du sorgho 42
2.1 La production du sorgho 42
2.2 Usage du sorgho 43
2.3 Pourquoi innover en matière de sorgho ? 44
2.4 La recherche et l'innovation autour du sorgho au Mali 45
3. Le besoin d'innovation en matière de mécanisation agricole 48
3.1 Fabrication et importation des équipements agricoles 48
3.2 Usage des équipements agricoles 50
3.3 La recherche et l'innovation autour du semoir au Mali 51
Conclusion 52

Chapitre 3. Cadre épistémologique et méthodologie 53
1. Choix épistémologique 53
2. Méthodologie de la recherche 58
2.1 Méthode mixte 58
2.1.1 Pourquoi l'étude de cas ? 59
2.1.2 Outils de recueil de données 61
2.2 Les cas et le déroulement de la collecte des données 64
2.2.1 Sélection des cas 64
2.2.2 Présentation des cas 66
2.3 La collecte des données 68
2.4 Analyse des données 70
Conclusion 70

Chapitre 4. Adoption of new sorghum varieties in Mali through a participatory approach 71
1. Introduction 72
2. Literature review 74
2.1 Traditional determinants of adoption 74
2.2 Participation, sustainability, and varietal adoption 75
3. Methods 77
3.1 Data sources 77
3.2 Econometric strategy 78
3.3 Variables of the model 79
3.3.1 Participation intensity 79
3.3.2 Plot manager and household characteristics 80
3.3.3 Plot characteristics 80
3.3.4 Market characteristics 80
3.3.5 Instrumental variables 81
4. Results and Discussion 82
4.1 Descriptive analysis 82
4.2 Regressions results 83
5. Conclusion 86

Chapitre 5. Comprendre la participation des utilisateurs dans l'innovation variétale : le cas du sorgho au Mali 89
1. Introduction 90
2. Revue de la littérature 92
3. Cadre d'analyse de la recherche 95
4. Déroulement de la participation 97
4.1 Méthodes 98
4.1.1 Sélection du cas 98

4.1.2 La collecte et analyse des données 99
4.2 Résultats 101
4.2.1 Phase d'initiation 101
4.2.2 Phase d'essais 102
4.2.3 Phase de diffusion 104
5. Déterminants de la participation 106
5.1 Méthodes 106
5.1.1 Modèle économétrique 107
5.1.2 Variables explicatives 107
5.2 Résultats 109
6. Discussion 112
7. Conclusions 117

Chapitre 6. Frugal innovation in practice: a motorized seeder case in Mali 119
1. Introduction 119
2. Frugal innovation 121
3. Research framework 123
3.1 Antecedents 124
3.2 Drivers 124
3.3 Impacts 125
4. Methodology 127
4.1 The context of farm mechanization in Africa 127
4.2 Research strategy 128
4.3 Case study presentation: the motorized seeder 128
4.4 Data collection and analysis 129
5. Results 130
5.1 Antecedents of the motorized seeder 130
5.1.1 Resource constraints 130
5.1.2 Institutional voids 131
5.1.3 Basic needs 132
5.2 Innovation process for the motorized seeder and its drivers 132
5.2.1 Initiation phase 133
5.2.2 Development phase 133
5.2.3 Diffusion phase 135
5.3 Impacts of the motorized seeder 136
5.3.1 Low-income market impact 136
5.3.2 Economic impact 137
5.3.3 Social impact 138
5.3.4 Environmental impact 138
5.3.5 Continued collaboration impact 139
6. Discussion 139

7. Conclusion 143

Conclusion générale 145
1. Réponses aux questions de recherche 145
2. Contributions théoriques 147
3. Implications managériales 151
4. Implications politiques 152
5. Limites et perspectives 153
6. Un regard critique des résultats 154

Références 156

Liste des figures 191
Liste des tableaux 193
Liste d'abréviations et de sigles 195

Annexes 197
Annexe A. Aperçu des principales organisations investiguées 197
Annexe B. L'émergence des OP et la prise en compte progressive des producteurs 199
Annexe C. Aperçu des 17 objectifs de développement durable 203
Annexe D. Guide d'entretien - Etude sorgho 205
Annexe E. Guide d'entretien - Etude semoir 211
Annexe F. Exemples de projets utilisant l'approche participative pour l'innovation et la valorisation du sorgho au Mali 217
Annexe G. Liste des innovations technologiques de sorgho issues des programmes d'innovation variétale au Mali 220

Introduction générale

L'innovation est le moteur de la croissance économique. Elle semble être cruciale pour la survie des individus, des entreprises et des pays (Bellon, 1993 ; Drucker, 2001 ; Moon et al., 2013). Il est communément admis dans la littérature en sciences de gestion que l'innovation trouve la réussite dans la satisfaction des besoins des utilisateurs. Ainsi, le développement de nouveaux produits et services sont de plus en plus centrés sur les utilisateurs (Lagrosen, 2001 ; Homburg et al., 2009).

Ces dernières années, il y a un intérêt croissant des travaux dans le champ de la gestion de l'innovation pour les pays en voie de développement (PVD), dans lesquels les besoins des utilisateurs sont très souvent négligés. Les utilisateurs dans ces pays disposent de très faibles revenus, ont peu d'accès aux innovations qui répondent à leurs besoins, ou qui sont adaptées à leurs conditions locales. En effet, elles sont en général le résultat de processus d'innovations linéaires de type *techonology-push*, qui ne prennent pas toujours en compte les besoins réels des utilisateurs, ou elles sont introduites depuis les pays développés sans réelle adaptation aux conditions d'usage et aux moyens financiers des utilisateurs (Lehner et al., 2018). A la différence des pays développés, le terme pays en voie de développement (PVD) sera plus utilisé dans cette thèse pour désigner les pays (incluant ceux appelés émergents) dont la majorité des individus vit dans la pauvreté. Il ressort que ces individus constituent une part importante de la population mondiale, avec plus de 2.5 milliards d'individus, et se trouvent au bas de la pyramide des revenus (*Bottom of the Pyramid* – BOP), vivant avec moins de 2 dollars par jour (Prahalad, 2005 ; Prabhu et al., 2017). On trouve généralement ces populations dans les pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique Latine. En outre, les termes Nord et Sud sont aussi employés dans la littérature pour désigner les pays développés et les PVD, respectivement. Les utilisateurs dans les PVD ont une demande de produits et de services principalement tournée vers les biens essentiels (ex., alimentation, santé, éducation, communication ou transport). Dans ce contexte, l'innovation peut jouer un rôle central dans l'amélioration des conditions de vie, le développement des opportunités d'affaires et la création d'emplois (Bradley et al., 2012).

Dans la littérature en gestion de l'innovation, la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation apparait comme un moyen de mieux répondre à leurs besoins plutôt que de leur imposer des produits et services prédéfinis. Malgré que cette littérature soit principalement focalisée sur les utilisateurs dans les pays développés, plusieurs travaux trouvent que la

participation des utilisateurs dans le processus d'innovation permet aux entreprises d'avoir accès aux informations sur leurs besoins et préférences, à leurs connaissances, aux conditions et expériences d'usage, etc. (Chesbrough, 2003, 2011 ; von Hippel, 2005 ; Buur et Matthews, 2008 ; Schreier et Prügl, 2008 ; Chesbrough, 2011 ; Abrell et al., 2017 ; Szopik-Depczynoska et al., 2020), afin d'accélérer le processus de développement de nouveaux produits et services, de réduire les échecs du marché et de favoriser l'adoption (Cooper et Kleinschmidt, 2000 ; Alam, 2006), et d'accroitre la performance des entreprises (Carbonell, 2009 ; Chatterji et Fabrizio, 2014 ; Cui et Wu, 2016). En outre, la participation des utilisateurs dans l'innovation leur procure plusieurs bénéfices en termes d'apprentissage, de renforcement de capacités, et d'usage de l'innovation (Nambisan et Baron, 2009 ; Moon et al., 2013 ; Lee et al., 2013 ; Dahl et al., 2015 ; Candi et al., 2016).

Au-delà de la participation des utilisateurs dans l'innovation, aujourd'hui plusieurs voix se lèvent dans le champ de la gestion de l'innovation pour dire qu'il faut réfléchir à une nouvelle forme d'innovation, particulièrement dans les PVD, qui intègre les contraintes des ressources et les faiblesses des institutions dans ces pays (Prahalad, 2005 ; Sharma et Iyer, 2012 ; Radjou et al., 2012 ; Zeschky et al., 2014 ; Pansera, 2018 ; Tiwari et Kalogerakis, 2020). Ce courant de recherche appelé souvent l'approche d'innovation frugale, venant d'Asie et notamment d'Inde, est basé sur la philosophie d'innover avec moins de ressources, pour plus d'impacts dans la société, en ciblant particulièrement une large partie des populations pauvres. Ce nouveau paradigme d'innovation semble ne pas donner totalement raison au paradigme classique d'innovation qui réclame toujours plus d'investissements en recherche et développement et plus de croissance économique pour soutenir l'innovation, alors que les montants investis en innovation ne seraient pas forcement corrélés avec les résultats attendus (Prahalad et Mashelkar, 2010 ; Radjou et al., 2012). Avec l'approche d'innovation frugale, la trajectoire de l'innovation change. Pour beaucoup (ex., Radjou et al., 2012), cette approche se base sur les capacités d'innovation dans les PVD à proposer des solutions adaptées aux besoins locaux des utilisateurs mais aussi à atteindre les marchés des pays développés, où de plus en plus nombreux sont des consommateurs soucieux de leur portefeuille (Brem et Wolfram, 2014). Pour Radjou et al. (2012), dans les PVD, il y a le potentiel de transformer la rareté en avantage à travers l'ingéniosité. Il y a sans doute là un espoir placé dans l'approche d'innovation frugale, pour relever les problèmes auxquels les utilisateurs dans les PVD ont été longuement confrontés.

Objectifs et questions de recherche

Cette thèse vise à approfondir la compréhension autour de l'innovation de produit dans les PVD, en particulier dans le secteur de l'agriculture au Mali, en s'appuyant sur les théories en gestion de l'innovation, notamment sur la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation et sur l'innovation frugale. Plus précisément, les objectifs spécifiques de cette recherche se présentent comme suit :

- Examiner la relation entre la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation et l'adoption de l'innovation ;
- Comprendre en profondeur la participation des utilisateurs, en analysant ses impacts (contributions et bénéfices) en fonction des phases du processus d'innovation, des modes de participation et de types d'utilisateurs ; et les déterminants susceptibles d'influencer cette participation.
- Comprendre davantage le processus d'innovation frugale à travers ses antécédents, moteurs et impacts.

Par conséquent, la question principale que cette thèse tentera de répondre est la suivante :

Comment l'innovation peut-elle mieux répondre aux besoins des utilisateurs dans les pays en voie de développement ?

Pour mieux cerner cette problématique de recherche, nous proposons de traiter les sous-questions ci-dessous :

- *La participation des utilisateurs dans le processus d'innovation influence-t-elle l'adoption de l'innovation ?*
- *Comment se déroule la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation ? Quels sont les déterminants de cette participation ?*
- *Comment l'innovation frugale se manifeste dans la pratique, en termes d'antécédents, de moteurs et d'impacts ?*

Motivation

Cette thèse a été motivée par plusieurs éléments constatés dans la littérature.

Premièrement, malgré l'importance de la littérature sur la participation des utilisateurs, très peu de travaux ont mis en évidence empiriquement la relation avec la participation des utilisateurs

dans l'innovation et l'adoption de l'innovation. En plus, les travaux existants sur les déterminants de l'adoption de l'innovation ont porté peu d'attention sur le potentiel de la participation des utilisateurs à influencer l'adoption (ex., Rogers, 1995 ; Venkatesh et Davis, 2000 ; Damanpour et Schneider, 2006 ; Lin et al., 2019).

Deuxièmement, il reste intéressant de chercher à mieux comprendre comment, quand, pourquoi et où la participation des utilisateurs se déroule dans le processus d'innovation (Tidd et al., 2018). En effet, la complexité de l'environnement et les exigences des utilisateurs sont de plus en plus croissantes, les recherches existantes sont souvent théoriques (Athaide et Klink, 2009), semblent fragmentées et se focalisent généralement sur une dimension donnée de la participation, par exemple, les contributions de la participation (von Hippel, 2005 ; Schreier et Prügl, 2008 ; Abrell et al., 2017), les bénéfices de la participation (Bano et al. 2017), les types des utilisateurs (Magnusson, 2009), en fonction seulement de certaines phases du processus d'innovation (phases d'initiation et de commercialisation, le plus souvent) (Gruner et Homburg, 2000 ; Bano et al. 2017 ; Cui et Wu, 2018). Par ailleurs, selon Scheid Charue-Duboc (2011), ces travaux sont plutôt dominés par le contexte hautement technologique du B2B (Business to Business) dans les pays développés, et par les communautés virtuelles dans le domaine des sciences de l'information.

Troisièmement, s'il est vrai que les chercheurs en sciences de gestion commencent à s'intéresser à l'innovation pour et dans les PVD, les travaux existants sur l'innovation frugale restent largement théoriques (Hossain, 2018a), concentrés sur les cas des compagnies multinationales (ex., Ernst et al., 2015), ou principalement dominés par le contexte indien (voir Pisoni et al., 2018; Hossain, 2018b). En plus, la littérature existante présente très généralement l'innovation frugale comme une boite noire (ex., Bhatti et Ventresca, 2013; Hossain, 2018a.). Aussi, très peu de recherches ont abordé les antécédents, les moteurs et les impacts de l'innovation frugale d'une manière holistique.

Enfin, dans une certaine mesure, cette thèse a été aussi motivée par le terrain d'étude. Le choix du Mali comme terrain d'étude a été une motivation supplémentaire du fait de mon expérience personnelle en tant que malien et de l'articulation entre ce terrain et la problématique que j'ai souhaité aborder. Etudier ce terrain est tout d'abord, pour moi, une manière de contribuer au développement de ce pays. Au Mali, l'agriculture demeure le principal secteur pour le développement, et la plupart des projets stratégiques se réalisent au sein de ce secteur. Ainsi, ce contexte offre un cadre scientifique riche et possède plusieurs caractéristiques intéressantes.

Ce secteur regroupe d'immenses activités de recherche pour le Mali et pour l'Afrique. C'est ainsi, par exemple, que le centre de recherche agricole pour l'Afrique de l'ouest, l'Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides (ICRISAT), s'y trouve. Ceci permet de créer une synergie entre les institutions nationales, internationales et les utilisateurs locaux (producteurs). D'ailleurs, dans les projets d'innovation au Mali, on signale davantage de participation des utilisateurs (Weltzien, 2008), ce qui pourrait stimuler l'accès à l'innovation dans ce contexte. Plusieurs études récentes au Mali ont recommandé aux recherches futures plus d'investigation sur les technologies agricoles susceptibles de répondre aux besoins des utilisateurs locaux, cruciales pour l'accroissement de la productivité et pour la sécurité alimentaire (ex., Dembélé, 2018).

Le secteur de l'agriculture de façon générale en Afrique est le pilier de l'économie de la plupart des pays. A ce titre, il est considéré comme un moyen clé pour révéler les défis de sécurité alimentaire et de réduction de la pauvreté (World Bank, 2008), qui s'accentuent de plus en plus avec l'ampleur du changement climatique, l'accroissement de la population, la rapide urbanisation et les conflits. Selon de Janvry et Sadoulet (2010), l'apport de la croissance du secteur de l'agriculture dans la réduction de la pauvreté serait plus efficace que celui de la croissance de l'économie en général dans ces pays, car il bénéficierait largement aux populations qui sont liées à ce secteur et qui constituent généralement les plus vulnérables de la société. Environ 65 à 70% de la population africaine vivent encore dans le milieu rural et dépendent essentiellement de l'agriculture (Canning et al., 2015). D'après Calderon et al. (2019), le secteur emploie plus de la moitié de la population active en Afrique subsaharienne. Malgré cette importance, près de 82% des pauvres sont dans les zones rurales (Beegle et al., 2016). En plus, cette région est la plus touchée au monde par le fléau de malnutrition, avec 23,2% de la population affectée, soit plus de 236 millions de personnes (FAO, 2018). Dès lors il est attendu du secteur de l'agriculture en Afrique subsaharienne plus de productivité (Filmer et Fox, 2014), grâce aux innovations qui peuvent réellement correspondre aux besoins des utilisateurs (Sunding et Zilberman, 2001 ; World Bank, 2011; Worldwatch Institute, 2011).

C'est tout cela qui nous a amené, dans cette thèse, à chercher à comprendre comment l'innovation peut mieux répondre aux besoins des utilisateurs dans les pays en voie de développement, en vérifiant l'impact sur l'adoption de la participation des utilisateurs dans l'innovation, en cherchant à mieux comprendre la participation à travers plusieurs de ses dimensions, en ouvrant la boite noire du processus d'innovation frugale pour identifier ses moteurs, ou encore en analysant les antécédents et impacts de l'innovation frugale. A notre

connaissance, cette thèse est la seule étude empirique à étudier l'innovation frugale en profondeur de cette manière, particulièrement dans les PVD en Afrique. De même, cette thèse propose la première recherche à traiter la problématique d'innovations pour les utilisateurs dans les PVD en combinant l'approche participative et l'approche d'innovation frugale. Ainsi, cette thèse veut apporter une contribution importante dans la littérature en sciences de gestion, particulièrement dans le champ de la gestion de l'innovation dans les PVD mais aussi dans le domaine de l'innovation agricole. En plus, cette thèse ouvre des perspectives concernant l'atteinte des objectifs de développement durable (ODD), l'innovation et l'agriculture semblant être les moteurs d'un développement durable, particulièrement dans les PVD en Afrique (Nations Unies, 2015 ; Moschitz et al., 2015 ; UNCTAD, 2017).

Méthodologie

Pour traiter notre problématique, différentes méthodologies ont été employées. Tout d'abord, pour tester la relation entre la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation et l'adoption de l'innovation le recours à une méthode de recherche quantitative était nécessaire. Ensuite, pour une meilleure compréhension de la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation, une méthode mixte de recherche s'est révélée pertinente. Enfin, une méthode de recherche qualitative a été adoptée afin d'analyser en profondeur le processus d'innovation frugale. Ainsi, en s'appuyant sur une épistémologie pragmatique, laquelle se concentre sur le problème à résoudre et admet que la vérité se trouve dans ce qui fonctionne, cette thèse suit une logique de raisonnement double : hypothético-déductif et abductif. Deux études de cas d'innovation dans le secteur de l'agriculture au Mali ont été utilisées. Un cas d'innovation variétale de sorgho a servi pour l'atteinte des deux premiers objectifs, tandis qu'un cas d'innovation dans la mécanisation agricole basé sur un semoir a été investigué pour atteindre le dernier objectif.

Articulation des articles

Cette thèse par articles s'articule autour des objectifs spécifiques mentionnés ci-dessus. Ces trois articles essayent de contribuer individuellement et collectivement à comprendre comment l'innovation peut mieux répondre aux besoins des utilisateurs dans les PVD. Les deux premiers articles qui abordent respectivement la relation entre la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation et l'adoption de l'innovation, et le déroulement de la participation dans le processus d'innovation et les déterminants de cette participation, semblent être basés sur une innovation de type incrémentale. A ce niveau, notre analyse se situe sur les différentes phases

du processus d'innovation, sur les dimensions de la participation, dans une perspective « utilisateurs ». Au-delà de la participation des utilisateurs dans l'innovation, cette thèse dans un troisième article aborde l'approche d'innovation frugale et cherche à mieux comprendre le processus d'innovation frugale, à travers ses antécédents, moteurs et impacts. Avec ce dernier article nous nous inscrivons dans une approche d'innovation qui a le potentiel d'être radicale. En plus, pour ce cas nous plaçons notre analyse au niveau du processus d'innovation, des différentes dimensions de l'innovation évoquées mais aussi au niveau de plusieurs acteurs impliqués à l'innovation (pas seulement les utilisateurs). Ainsi, avec ce troisième, le degré d'innovation et la complexité d'analyse augmentent.

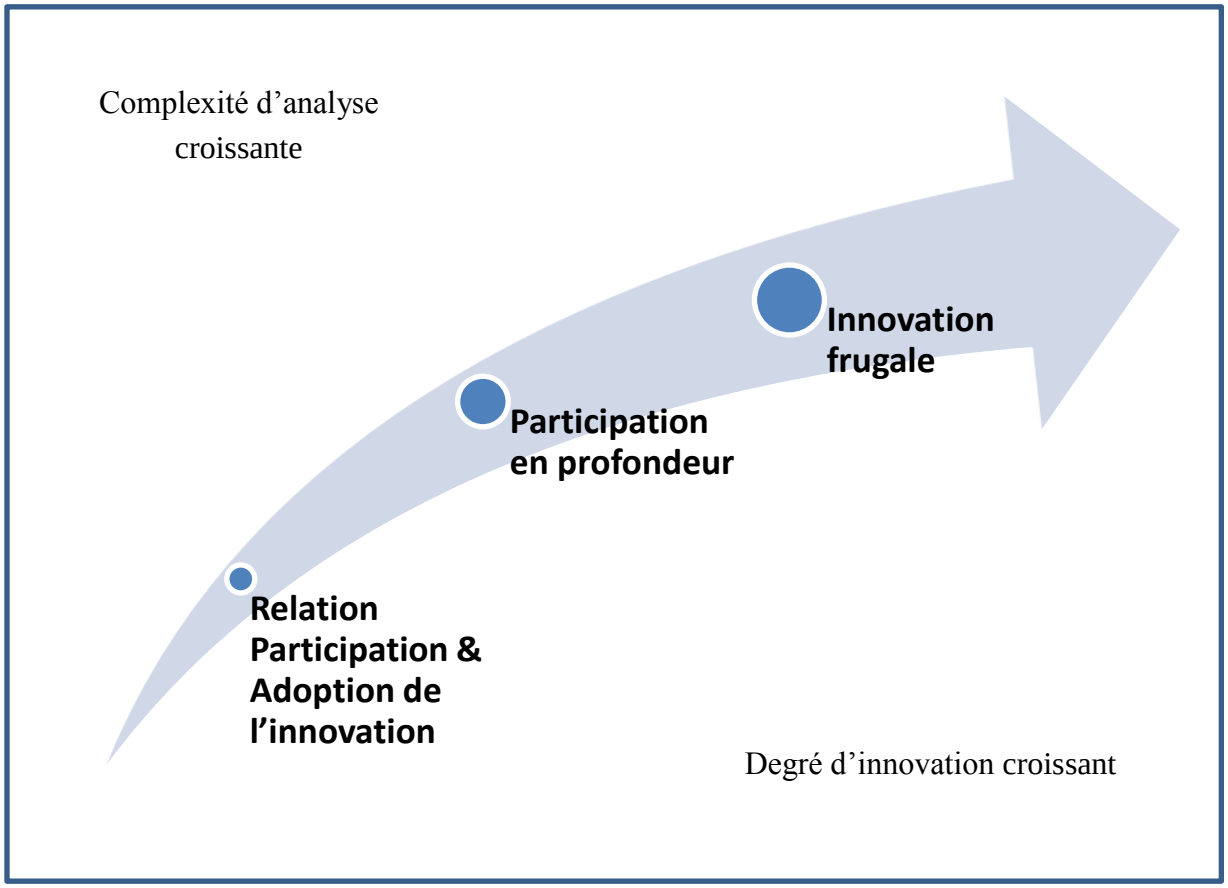

Figure 1. Représentation simplifiée de l'articulation des articles de la thèse : vers une innovation au service des utilisateurs dans les pays en voie de développement

Par ailleurs, puisque que les deux premiers articles examinent un cas d'innovation variétale de sorgho, et le troisième analyse un cas de semoir avec l'application de microdoses d'engrains et de semences (ex., sorgho), on peut dès lors voir la complémentarité entre les cas, en plus de celle entre l'approche participative et l'approche d'innovation frugale.

En résumé, les défis auxquels les PVD font face sont complexes et aucune innovation ou approche ne suffira seule pour mieux répondre aux besoins des utilisateurs, c'est pourquoi nous avons besoins d'une diversité d'innovations (Kantola et al., 2017) et de davantage de complémentarité entre elles (World Bank, 2006), mais aussi de plusieurs approches ou stratégies d'innovation.

Organisation de la thèse

Le reste de cette thèse est organisée autour de six principaux chapitres suivis de la conclusion générale.

Le premier chapitre est consacré aux fondements théoriques de l'innovation dans les PVD. Il décrit les concepts d'innovation en général, d'innovation agricole et d'innovation frugale en particulier, ainsi que les notions de participation, d'adoption et d'*open innovation*, et passe en revue les éléments clés de ces concepts qui semblent pertinents pour cette recherche.

Dans le deuxième chapitre, nous expliquons le contexte de l'agriculture au Mali et l'importance de l'innovation pour les variétés de sorgho et la mécanisation agricole. Puis, la méthodologie de recherche et la position épistémologique sont détaillées dans le troisième chapitre.

Les articles de la thèse sont proposés dans leur intégralité dans les trois derniers chapitres. Les trois articles présentés dans ces chapitres étudient respectivement la relation entre participation et l'adoption, la participation en profondeur, et l'innovation frugale. Chacun de ces chapitres se construit autour d'un fondement théorique et d'une méthodologie qui lui est propre.

Enfin, la conclusion générale de la thèse résume, dans un premier temps, les réponses aux questions de recherche, et dans un second temps, présente les contributions de la thèse, et puis donne les limites et perspectives et un regard critique des résultats.

Tableau 1. Positionnement des articles dans les domaines de recherche

Article	Tester la relation entre participation et adoption	Comprendre la participation	Comprendre l'innovation frugale
Fondements théoriques et concepts	Participation des utilisateurs, processus d'innovation, adoption de l'innovation	Participation des utilisateurs, processus d'innovation, *open innovation*	Innovation frugale, processus d'innovation, *open innovation*
Méthode	Quantitative	Mixte	Qualitative
Étude de cas	Sorgho	Sorgho	Semoir

Chapitre 1

Innovation dans les pays en voie de développement

Ce chapitre consiste à discuter de l'innovation dans les environnements contraignants, notamment dans les pays en voie de développement (PVD). D'abord dans la première section nous allons présenter le concept général de l'innovation, les différents modèles et approches d'innovation dans le champ de la gestion. La section suivante se penchera sur l'innovation dans le secteur particulier de l'agriculture, en mettant l'accent sur les différents modèles et approches d'innovation développés dans ce champ. La section finale présentera l'émergence des théories sur l'innovation frugale. Ce chapitre nous servira de fondations pour les différents articles de cette thèse.

1. L'innovation dans le champ de la gestion en général

1.1 Définitions

L'innovation est un concept difficile à appréhender, tout simplement parce qu'elle est plus un art qu'une science (Sharma, 2005). Elle se trouve à la croisée de plusieurs disciplines des sciences sociales, notamment la gestion, l'économie, la sociologie ou encore l'ingénierie. De ce fait, une variété d'approches se distingue pour aborder ce concept qui devient multiforme et abonde en définitions et en typologies. Dans son sens générique, l'innovation peut être associée à l'apparition de nouveauté.

C'est avec l'économiste Joseph Schumpeter que le concept d'innovation a connu ses premières avancées dans les sciences sociales. Selon lui, l'innovation est le principal moteur du développement économique. L'auteur définit l'innovation comme étant l'introduction d'un nouveau produit ou d'une nouvelle méthode de production, la conquête d'un nouveau marché, l'utilisation de nouvelles matières premières ou l'apparition d'une nouvelle forme organisationnelle (Schumpeter, 1934). En s'appuyant sur cette définition, l'OCDE dans le manuel d'Oslo définit l'innovation comme « la mise en œuvre d'un produit, d'un procédé nouveau ou amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle

méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures » (OCDE, 2005). Cette définition de l'OCDE propose cependant une avancée dans l'analyse de l'innovation en faisant référence à plusieurs typologies d'innovations, dont les innovations de produit, de service, de procédé, de marketing ou de méthode organisationnelle (Daft, 2001 ; Meyer et DeTore, 2001 ; OCDE, 2005 ; Gallouj et Savona, 2008 ; Dibrell et al., 2008 ; Leiponen et Helfat, 2010). Plusieurs auteurs (ex., Schmidt et Rammer, 2007 ; Mothe et Nguyen-Thi, 2010) ont souligné que la vaste littérature sur les innovations technologiques, c'est-à-dire les nouveaux produits et procédés, ne doit pas faire ignorer les innovations non-technologiques. Dans la même ligne, certains auteurs, comme Lundvall (1992), Xu et al. (2006) et Salles-Filho et al. (2007), ont insisté sur l'importance de tenir compte de type d'innovations institutionnelles dans le rang des innovations non-technologiques.

La distinction des innovations peut être faite aussi selon l'intensité de leur impact ou du changement introduit sur le marché (Christensen, 1997 ; Le Loarne et Blanco, 2009). Une innovation incrémentale provient d'une adaptation ou d'une amélioration sensible de solutions existantes sans modifier les conditions d'usage des utilisateurs, alors qu'une innovation de rupture ou radicale a un impact considérable sur ces usages, en se différentiant de la gamme existante, ou en changeant les règles du jeu et les normes en vigueur sur l'activité concernée (Le Loarne et Blanco, 2009). L'innovation radicale, par son originalité, implique souvent la création d'un nouveau marché (Garcia et Calantone, 2002). Schumpeter (1934) explique que l'innovation, même radicale, ne doit pas nécessairement résulter de la création de nouvelles technologies ou de nouveaux facteurs de production, mais peut s'appuyer sur la combinaison de technologies ou d'autres capacités pré-existantes.

L'innovation comme résultat ou processus

Dans la littérature, l'innovation est parfois considérée comme un résultat, parfois comme le processus suivi pour arriver à ce résultat. La première approche focalise son intérêt sur les impacts de l'innovation sur le marché, alors que la seconde s'intéresse davantage à la manière dont l'innovation est réalisée.

Les travaux considérant l'innovation comme un résultat s'accordent pour dire que celle-ci est une idée, une pratique ou un objet qui est perçu comme nouveau par un individu ou par une entité susceptible de l'adopter (Zaltman et al., 1973 ; Damanpour, 1991 ; Bhaskaran, 2006). L'innovation est donc considérée comme l'adoption d'une nouveauté (Chauveau, 1999). Elle

renvoie à toute nouveauté introduite avec succès dans un environnement économique ou social (Spielman et al., 2009), que ce soit au sein d'une entreprise (Johannessen et al., 2001) ou sur le marché (Herrmann et al. , 2007). L'adjectif « perçu » met en évidence que toute proposition commerciale peut être considérée comme nouvelle à partir du moment où l'entité ciblée la perçoit comme telle. Par exemple, si une innovation apparaît à un moment donné, dans un contexte donné, mais si, ultérieurement, des individus la perçoivent comme nouvelle dans un autre contexte, alors elle peut être toujours considérée comme innovation pour eux. Selon Rogers (1995), « peu importe que l'idée soit objectivement nouvelle… la perception de l'individu et sa réaction déterminent la nouveauté de l'idée… ».

En revanche, voir l'innovation comme un processus, c'est de l'appréhender comme l'ensemble des activités couvrant la sélection de nouvelles idées et la transformation de ces idées en innovation (Jacobs et Snijders, 2008, cités par Eveleens, 2010). Dans leur revue de la littérature, Garcia et Calantone (2002) présentent l'innovation comme un processus dynamique d'apprentissage. Ils stipulent que l'innovation est en effet « un processus itératif initié par la perception d'une nouvelle opportunité de marché ou de service pour une innovation technologique conduisant à des activités de développement, de production et de marketing et visant le succès commercial de l'invention ». De ce point de vue, le processus d'innovation peut englober plusieurs phases, allant de la génération d'idées à la commercialisation (Eveleens, 2010). Par exemple, la phase de génération d'idées est vue comme le moteur de l'innovation dans plusieurs travaux (Amabile, 1988 ; McAdam et al., 2000 ; Drucker, 2002). Chez Schumpeter (1934), l'innovation avait déjà été décrite comme une invention qui atteint le marché. Ce qui sous-entendait le caractère processuel de l'innovation. L'OCDE (2005) explique que le processus d'innovation est l'ensemble des activités scientifiques, technologiques, organisationnelles, financières et commerciales qui aboutiraient à la réalisation d'un résultat nouveau ou sensiblement amélioré. Certains auteurs estiment qu'il est possible de prendre l'innovation comme étant à la fois un processus et le résultat auquel il aboutit (Chanaron, 1999 ; Dibrell et al., 2008). Le processus devient alors une assise pour le résultat obtenu.

Le concept d'innovation est un concept qui ne cesse de gagner en largeur et en profondeur. Dans cette recherche, nous nous intéressons à l'innovation technologique de produit, qu'elle soit incrémentale ou radicale. De plus, nous considérons dans cette thèse l'innovation comme à la fois un résultat et un processus, lequel met en œuvre et accompagne l'innovation jusqu'aux utilisateurs.

1.2 Adoption et diffusion des innovations

La problématique de l'adoption de l'innovation par les utilisateurs reste dominante dans les recherches en gestion de l'innovation. Un certain nombre de théories et modèles ont proposé d'expliquer l'adoption des innovations au cours de ces dernières décennies. Parmi les plus fréquemment utilisés (voir par exemple, Straub, 2009 ; Lai, 2017 ; Taherdoost, 2018) apparaissent le modèle d'acceptation des technologies (Davis et al., 1989 ; Venkatesh et Davis, 2000 ; Venkatesh et Bala, 2008) ; la théorie unifiée de l'acceptation et de l'utilisation des technologies (Venkatesh et al., 2003) et la théorie de diffusion (Rogers, 1995) dont la première proposition date déjà des années 60. Ces travaux émanent principalement de chercheurs en psychologie sociale et en sociologie.

Selon le modèle d'acceptation des technologies (TAM *: Technology Acceptance Model*), développé par Davis et al. (1989), l'acceptation de technologies dépend des perceptions des individus. Deux facteurs clés ont été identifiés pour prédire l'adoption de l'innovation : l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue. Ce modèle a évolué depuis, pour intégrer d'autres facteurs, notamment le plaisir perçu, l'anxiété perçue, les normes subjectives, l'image ou encore l'expérience d'usage (Davis et al., 1992, Venkatesh et Davis, 2000 ; Venkatesh et Bala, 2008). Suite à l'analyse de différentes théories de l'adoption (dont le TAM, et la théorie de diffusion de Rogers que nous expliquons dans le paragraphe suivant), Venkatesh et al. (2003) réunissent les caractéristiques de ces théories qui semblent les plus pertinentes pour former la théorie unifiée de l'acceptation et de l'utilisation des technologies (UTAUT : *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*). Cette dernière propose quatre facteurs clés de l'adoption (la performance espérée, l'effort attendu, l'influence sociale et les conditions facilitatrices), lesquels seraient modérés par le genre, l'âge, l'expérience et l'utilisation volontaire, permettant d'agir sur les comportements d'adoption.

Dans une perspective sociologique, Everett M. Rogers, l'un des pionniers et des plus influents auteurs des recherches sur l'adoption et la diffusion de l'innovation, avance la théorie selon laquelle l'innovation est adoptée et diffusée à travers les interactions dans un système social, lequel englobe les valeurs, les croyances et les expériences passées des membres du système (Rogers, 1995). Pour ce faire, la structure sociale du système et l'apprentissage social qui se passe en son sein jouent des rôles cruciaux, et affectent l'adoption et la diffusion de l'innovation. L'adoption est définie par l'auteur comme le choix d'utiliser une innovation par un utilisateur et de continuer à l'utiliser, et la diffusion serait « le processus par lequel une

innovation est communiquée à travers certains canaux au cours du temps entre les membres d'un système social » qui peut être assimilée à une adoption au niveau collectif. Ainsi, cette théorie se base sur quatre composants clés : l'innovation elle-même, les canaux de communication, le système social et le temps. Par exemple, la communication entre les membres de ce système leur permet de produire et de partager les informations afin de parvenir à une compréhension mutuelle. Cependant, cela n'est pas si simple que ça. Elle résulte plutôt d'un processus plus complexe. Quant à l'innovation elle-même, Rogers identifie cinq caractéristiques qui peuvent influencer son adoption, notamment l'avantage relatif, la compatibilité, la complexité, la possibilité d'essai et le caractère observable. Rogers (1995) ajoute que la décision d'adoption de l'innovation est un processus séquentiel qui contient cinq étapes clés : la connaissance de l'existence de l'innovation ainsi que des informations relatives à son usage ; la persuasion, où les utilisateurs construisent leurs perceptions sur l'innovation ; la décision, où l'innovation est évaluée et comparée par les utilisateurs par rapport à l'existant et en fonction de leurs critères ; ensuite arrive l'implémentation (si la décision est positive), où l'innovation est mise sous pratique ; enfin, la confirmation, laquelle permet de continuer l'adoption ou de voir une alternative. Enfin, d'après Rogers (1995), les utilisateurs potentiels de l'innovation peuvent être classés dans cinq catégories, les innovateurs, les adopteurs pionniers, la majorité précoce, la majorité tardive et les retardataires.

De ces travaux, nous constatons que certains construits sont similaires, et d'autres sont complémentaires. Il en ressort également que l'adoption de l'innovation n'est pas liée aux seuls attributs de l'innovation, mais que c'est beaucoup plus un processus complexe qui combine les caractéristiques de l'innovation, les facteurs personnels, les facteurs contextuels, etc. Selon Straub (2009), la théorie de Rogers est un fondement essentiel pour de nombreux travaux sur l'adoption et la diffusion de l'innovation. Selon lui, la force de cette théorie réside dans le cadre général qu'elle offre pour comprendre les facteurs qui influencent l'adoption. De plus, cette théorie peut être appliquée à n'importe quelle discipline et à plusieurs niveaux d'analyse (Taherdoost, 2018) : individuel, organisationnel ou global. Pendant que le cadre de Rogers s'appliquerait dans de multiples environnements, y compris les environnements informels, donc en dehors de l'entreprise, les théories d'acceptation de technologies et leurs dérivées se concentrent spécifiquement sur l'adoption des technologies de l'information (Yi et al., 2006 ; Soon et al., 2016 ; Scherer et al., 2019), et particulièrement dans un environnement formel. Malgré que la théorie de Rogers puisse aider à expliquer pourquoi l'adoption a lieu et comment l'innovation se propage dans une population, l'ampleur et la profondeur de cette théorie rendent

difficile sa véritable application dans la pratique (Straub, 2009). Mais aussi, cette théorie est moins adaptée pour prédire l'adoption, selon Taherdoost (2018). Pour Hasler et al. (2017) les théories d'acceptation de technologies comme le TAM sont préférées pour leur simplicité d'application et leur capacité de prédiction. Toutefois, Casey et Wilson-Evered (2012) ont critiqué l'UTAUT de ne pas intégrer la confiance comme facteur d'adoption. D'autres travaux se sont beaucoup plus intéressés aux questions relatives à l'après-adoption ou la continuité de l'adoption. Dans ce cas, ce n'est pas uniquement l'adoption et son intensité qui comptent, mais aussi la fidélité à l'innovation en question (Jasperson et al., 2005 ; Bhattacherjee et Lin, 2014). Ainsi, par exemple Bhattacherjee (2001) a tenté d'expliquer la continuité de l'adoption en s'appuyant sur trois facteurs, dont la confirmation, l'utilité perçue et la satisfaction.

Les théories étudiées ne nous disent pas vraiment comment les perceptions sont construites, ou bien elles se limitent aux interactions entre les membres d'un système social, lors de la phase de diffusion de l'innovation, pour expliquer l'adoption, en négligeant la dynamique dans les autres phases du processus d'innovation qui peut être déterminante pour l'adoption, et la participation des utilisateurs dans ce processus. En d'autres termes, ces théories nous renseignent peu sur comment faciliter l'adoption. Comme le souligne Skiba (2014), la créativité des utilisateurs et leurs critères ne peuvent pas être mieux pris en compte dans le processus d'innovation que s'ils sont invités à y participer. Pour mieux comprendre l'adoption, certains travaux ont intégré au modèle TAM la participation des utilisateurs dans les phases de développement de technologies (ex., Lin et al., 2011). Dans cette thèse, nous pensons que plusieurs caractéristiques des théories de diffusion et d'acceptation des technologies peuvent être intéressantes dans le cadre d'une approche participative des utilisateurs, qui vise l'ensemble du processus d'innovation. Pour mieux comprendre le processus d'innovation, nous proposons de présenter dans la sous-section suivante son histoire et son évolution au fil du temps, avant d'aborder la participation des utilisateurs proprement dite. Ainsi, nous verrons que les théories sur l'adoption et la diffusion s'inscrivent dans une logique top-down de l'innovation.

1.3 Historique et évolution des modèles du processus d'innovation

Le processus d'innovation est un phénomène complexe que les recherches tentent d'appréhender depuis plusieurs décennies. La compréhension de ce processus a beaucoup évolué, partant d'un simple processus linéaire à un processus beaucoup plus complexe. Dans la littérature sur l'innovation, plusieurs modèles du processus d'innovation se sont succédés, parmi lesquels Rothwell (1994) a identifié cinq générations bien distinctes. Depuis, plusieurs travaux ont

expliqué ces modèles et ont abordé une sixième génération de modèles (du Preez et Louw, 2008 ; Zizlavsky, 2013 ; Meissner et Kotsemir, 2016). En s'appuyant sur ces études antérieures, nous pouvons présenter l'évolution du processus d'innovation sous trois approches clés : approches linéaires, approches interactives et approches systémiques.

1.3.1 Approches linéaires

L'innovation a été longtemps vue comme un processus linéaire et séquentiel, notamment par deux principales approches. Il s'agit de l'approche *technology-push*, considérée comme une vision schumpetérienne ou diffusionniste de l'innovation, et de l'approche *market-pull*, dont Schmookler (1966) est l'auteur clé à l'origine de cette approche. Dans l'approche *technology-push*, parfois appelée approche *top-down*, l'innovation est le fruit de la science et de la technologie et est initiée dans les laboratoires scientifiques ou industriels où les besoins sont créés pour la société. Cette même logique est retrouvée dans le modèle d'Everett Rogers, où l'innovation est d'abord conçue, puis diffusée dans l'ensemble de la société. Ce processus linéaire est constitué de phases successives allant de la recherche et développement (R&D) à la commercialisation, en passant par la production. Ce qui sera commercialisé est déterminé par le progrès scientifique et technologique. A l'inverse, dans l'approche *market-pull*, les besoins exprimés par le marché sont la principale source de l'innovation pour la R&D. Il devient dès lors important d'intégrer les besoins et les préférences des utilisateurs dans le processus d'innovation. Cependant, ces approches du processus d'innovation ont été jugées d'être trop simplistes.

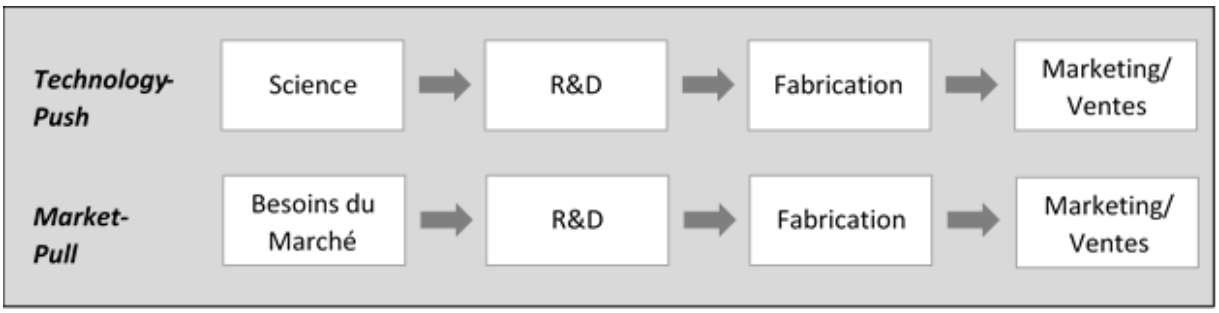

Figure 2. Exemples de modèles linéaires (Rothwell, 1994)

1.3.2 Approches interactives

Les approches interactives de l'innovation, combinant les approches *technology-push* et *market-pull* (dites des modèles couplés), ont été introduites par Rothwell et Zegveld (1982). Ces approches reposent sur les interactions continues entre la science et la technologie et le marché. Cette vision du processus d'innovation accorde autant d'importance aux capacités technologiques de l'entreprise qu'au marché. Ici, le processus d'innovation est présenté comme non linéaire avec des possibilités de feedbacks entre les phases. La principale critique des modèles couplés est qu'ils ne tiennent pas suffisamment compte de l'environnement externe de l'entreprise. Face à cette critique, les approches intégrées, basées sur un processus interactif, cherchent à intégrer la complexité des interactions tant entre les différentes entités de l'entreprise associées à l'innovation, qu'avec l'environnement dans lequel l'entreprise évolue, incluant les fournisseurs, les clients, les universités, etc. (Kline et Rosenberg, 1986).

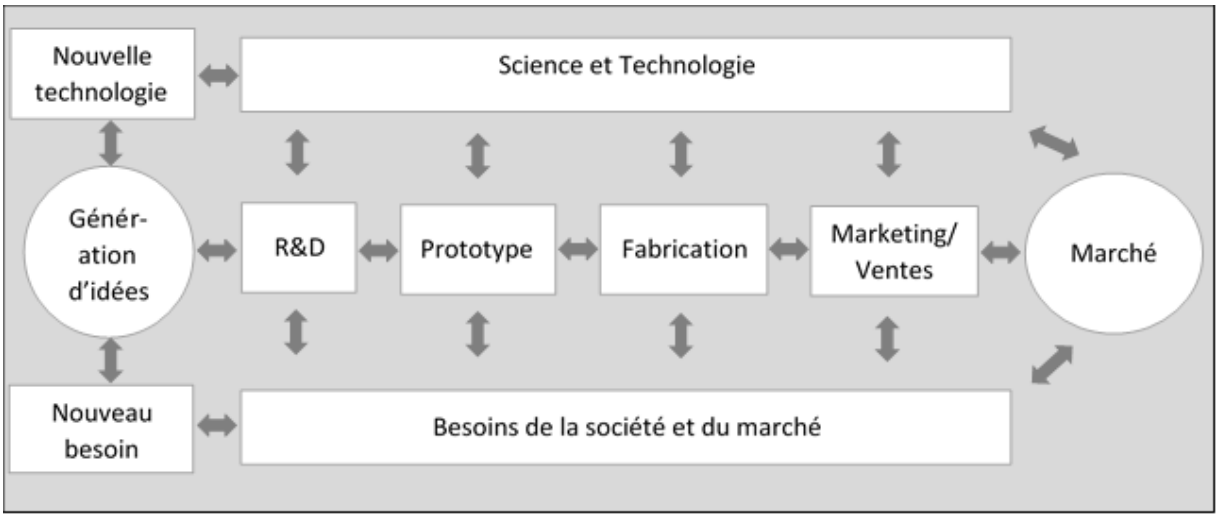

Figure 3. Exemple de modèle interactif couplé (Rothwell, 1994)

1.3.3 Approches systémiques

La compréhension du processus d'innovation est désormais tournée vers les écosystèmes, prenant en compte l'importance croissante des réseaux et la dynamique de plus en plus ouverte de l'innovation. Selon Badillo (2013), les modèles de réseaux et les modèles ouverts d'innovation reposent sur les approches systémiques de l'innovation, qui pourraient trouver leur origine dans les travaux sur les systèmes nationaux d'innovation (Freeman, 1991 ; Lundvall, 1992). Considérant l'innovation comme un processus composé de multiples phases, interactions et acteurs (internes et externes), les approches systémiques viennent une fois de

plus confirmer la complexité du processus d'innovation. S'agissant des réseaux d'innovation, l'importance est donnée à la communication et aux liens (Trott, 2005 ; Galanakis, 2006), autour d'une innovation dont l'entreprise reste la principale source. Avec l'approche *open innovation* (Chesbrough, 2003 et 2006), les nouvelles idées et connaissances peuvent provenir de l'intérieur comme de l'extérieur de l'entreprise, et peuvent accéder au marché depuis l'entreprise comme à partir des partenaires de l'entreprise. En d'autres termes, il y a plusieurs manières pour que les idées entrent dans le processus d'innovation et plusieurs façons pour que ces idées accèdent au marché. Cela permet par exemple aux entreprises de commercialiser de nouveaux produits sur le marché en s'appuyant sur la R&D réalisée par d'autres (Chesbrough, 2004). L'approche *open innovation* est considérée comme l'antithèse des approches classiques de l'innovation, où l'entreprise est au cœur des activités de la R&D et de l'introduction de l'innovation sur le marché.

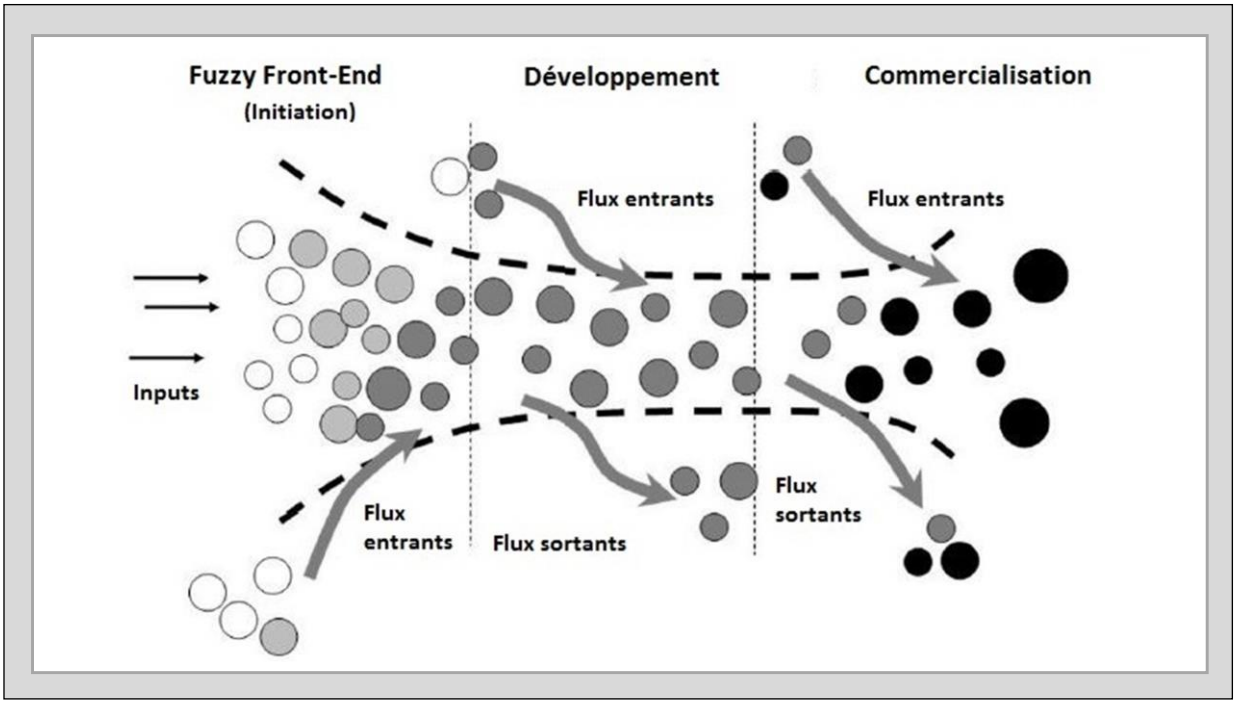

Figure 4. Exemple de modèle *d'open innovation* (adapté de Docherty, 2006)

La dynamique dans le processus d'innovation a beaucoup évolué au fil du temps. Même si l'importance de l'origine de l'innovation reste omniprésente dans tous les modèles d'innovation, dont la plupart s'inscrivent dans un paradigme où l'innovation demande d'énormes ressources, l'idée dominante aujourd'hui est que l'innovation est un processus complexe qui nécessite l'implication de multiples acteurs (Kotsemir et Meissner, 2016).

Ces travaux sur l'innovation ont été principalement réalisés en se basant sur le secteur high-tech et le contexte des grandes entreprises (Chesbrough, 2006) dans les pays développés. Cependant, certains auteurs (Chesbrough et Crowther, 2006 ; Hossain, 2018b) appellent à utiliser la théorie sur l'*open innovation* dans d'autres contextes et disciplines. La sous-section suivante apportera plus de lumière sur la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation, en particulier.

1.4 La participation des utilisateurs dans le processus d'innovation

Si l'approche *technology-push* (*top-down*) a porté peu d'attention à la participation des utilisateurs dans l'innovation, les approches postérieures de la théorie de l'innovation se sont construites avec un intérêt croissant pour le rôle des utilisateurs dans l'innovation. Cette intégration des utilisateurs dans le processus d'innovation reprend trois catégories de participation : innovation à l'écoute des utilisateurs (participation passive), innovation avec les utilisateurs (participation active) et innovation par les utilisateurs (innovateurs). Le tableau suivant tente de présenter les modèles d'innovation selon différentes caractéristiques et approches.

Tableau 2. Modèles et approches d'innovation

Géné-ration	Modèle d'innovation	Caractéristiques clés	Approche du processus	Approche de participation
1	Technology-Push (1950-60)	R&D basée sur la vision des scientifiques	Linéaire	Top-down
2	Market-Pull (1960-70)	R&D basée sur les besoins du marché	Linéaire	Passive
3	Coupling (1970-80)	Interaction entre la R&D et le marché	Interactive	Passive
4	Intégré (1980-90)	Interaction entre fonctions internes, et intégration des fonctions externes	Interactive	Passive
5	Réseaux (1990)	Communication avec environnement externe	Systémique	Active
6	Open innovation (2000)	Collaboration, multiples sources d'innovation	Systémique	Active

1.4.1 Innovation à l'écoute des utilisateurs (participation passive)

La relation entre les utilisateurs et l'innovation a été longtemps abordée dans une vision orientée marché (Gatignon et Xuereb, 1997), où la participation des utilisateurs dans l'innovation peut être considérée comme passive. C'est surtout dans la littérature en marketing que cette vision a suscité beaucoup d'intérêt dans les années 1990 (Narver et Slater, 1990 ; Kohli et Jaworski, 1990 ; Deshpandé et al., 1993). Ces auteurs appellent à plus de coordination entre les différentes fonctions dans l'entreprise pour mieux échanger et utiliser les connaissances sur le marché. D'après cette approche, l'innovation devrait être orientée sur les besoins et préférences des utilisateurs. Les résultats des travaux de Narver et Slater (1995) ont montré que la capacité de recueillir des informations sur les utilisateurs affecte positivement la vitesse et le succès de l'innovation dans les entreprises. Pelham et Wilson (1996) ont trouvé un impact de la prise en compte des utilisateurs sur la qualité d'innovation de produit. Pourtant, la participation des utilisateurs au processus d'innovation se limite à recueillir leurs points de vue, besoins et préférences (Joshi, 2016) via des techniques de marketing (entretiens, questionnaires, focus group, etc.) (Kaulio, 1998 ; Jeppesen, 2005), avec lesquelles la valeur est seulement créée par l'entreprise pour les utilisateurs (Kibbeling et al., 2013). En utilisant ces techniques, les entreprises écoutent plus les utilisateurs qu'elles ne collaborent avec eux, selon Jeppesen (2005). Une des principales critiques que l'on peut formuler à l'encontre de cette approche, c'est le caractère passif des utilisateurs. Ce manque d'interaction active entre les utilisateurs et le processus d'innovation ne permet pas de tenir compte de besoins et préférences qui peuvent évoluer au cours du processus, ni de faire face aux problèmes liés à la transmission de l'information concernant les usages et contextes, par exemple (von Hippel, 1994).

1.4.2 Innovation avec les utilisateurs (participation active)

Plusieurs auteurs reconnaissent les limites des techniques de marketing pour fournir des informations sur les besoins et préférences des utilisateurs (Tidd et al., 2001 ou 2018). Pour remédier à ces limites, plusieurs auteurs dans le champ de la gestion de l'innovation proposent d'intégrer les utilisateurs activement dans le processus d'innovation (von Hippel, 2001, 2005 ; Chesbrough, 2003, 2011 ; Vargo et Lusch, 2004). La participation active implique une participation directe des utilisateurs dans le processus d'innovation, et est caractérisée par une communication bidirectionnelle et une collaboration dynamique entre l'entreprise et les utilisateurs (Blazevic et Lievens, 2008). Cela permet aux utilisateurs d'acquérir des rôles et

responsabilités (Damodaran, 1996) dans les différentes phases du processus, non seulement en exprimant leurs besoins ou préférences, mais aussi en évaluant les nouveaux produits. Le concept de participation active est employé en opposition à la participation passive dans laquelle les utilisateurs n'ont aucune responsabilité dans le processus d'innovation. Pour Ogawa et Piller (2006), la participation des utilisateurs devient passive lorsque les interactions entre les utilisateurs et le processus d'innovation sont courtes et de faible intensité.

D'après von Hippel (1994), il est extrêmement difficile et coûteux d'extraire de l'information sur les besoins et préférences des utilisateurs et de l'utiliser correctement dans l'entreprise. Pour cet auteur, ce problème est lié à la nature même de l'information, car elle est fortement ancrée au contexte de l'utilisateur (*sticky information*). Ce type d'information fait référence à la connaissance tacite (Nonaka et Takeuchi 1995). Ainsi, les utilisateurs sont les seuls à savoir avec précision ce qu'ils veulent réellement. Alors, « pour résoudre un problème, on a besoin de réunir dans un même lieu, l'information et les capacités de résolution du problème » (von Hippel et Katz, 2002). Dans ce contexte, la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation ressort comme une meilleure solution au problème de viscosité (*stickiness*) de l'information sur les besoins et préférences, le contexte d'utilisation, les expériences vécues (von Hippel, 1994 ; von Hippel, 2001).

Plusieurs travaux ont montré que les besoins des utilisateurs et leurs connaissances affectent positivement le succès du processus d'innovation (von Hippel, 2001 ; Geilinger et al., 2019). Von Hippel (2005) trouve que la participation des utilisateurs augmente la créativité d'un concept de nouveau produit, et diminue le temps et les coûts de développement du produit. De plus en plus, grâce aux outils des technologies de l'information et de la communication (TICs), les utilisateurs s'organisent en communautés (von Hippel, 2005) autour de leur passion (Jeppesen, 2005), ce qui permet de mieux cibler l'interaction avec une communauté d'utilisateurs pertinents.

Il est important de noter qu'il existe de nombreux approches se rapportant à l'innovation avec les utilisateurs dans le champ de la gestion de l'innovation, comme par exemple : innovation collaborative ou co-innovation (Candi et al., 2016), co-développement (Greer et Lei, 2012), co-création (O'Hern et Rindfleisch, 2009), ou co-design (Sanders et Stappers, 2008), ou encore *customer empowerment* (Fuchs et Schreier, 2011). Même si ces termes ont le même dénominateur commun, c'est-à-dire une participation active des utilisateurs dans le processus d'innovation, elles couvrent des approches bien distinctes.

1.4.3 Innovation par les utilisateurs

Contrairement aux approches classiques où l'entreprise était la seule capable de développer des innovations pour le marché, la recherche sur l'innovation par les utilisateurs est basée sur les produits et services générés par les utilisateurs. L'innovation par les utilisateurs est définie comme une innovation que les utilisateurs développent pour satisfaire leurs propres besoins (Oliveira et von Hippel, 2011). Les études montrent que non seulement ils sont capables de développer des innovations de produit (von Hippel, 1988 ; Urban et von Hippel, 1988 ; Franke et von Hippel, 2003 ; Baldwin et al., 2006 ; Jensen et al., 2014) et de service (Oliveira et von Hippel, 2011; Skiba et Herstatt, 2009 ; Stock et al., 2015) ou de partager leurs nouvelles idées (von Hippel, 2007), mais aussi de commercialiser eux-mêmes leurs innovations (Lee, 1996 ; Shah et Tripsas, 2007). Ces travaux ont été largement dominés par la théorie de von Hippel sur les utilisateurs pilotes (*lead users*) qui sont sources d'innovations. Cette théorie est basée sur les utilisateurs qui présenteraient deux caractéristiques : les utilisateurs pilotes sont à l'avant-garde d'une tendance et possèdent un fort intérêt pour l'innovation (von Hippel, 1986). Cette théorie a fait l'objet de plusieurs travaux empiriques dans des domaines variés (médical, sportif, informatique, etc.). Dans le secteur informatique, ces recherches ont montré que les utilisateurs pilotes ont tendance à plus innover que les autres utilisateurs (Urban et von Hippel, 1988), pour répondre à leurs besoins spécifiques et souvent hétérogènes (Franke et von Hippel, 2003). Dans le secteur hospitalier, Lüthje (2003) a trouvé que 22% des chirurgiens interrogés ont déjà été l'auteur d'une innovation d'un équipement chirurgical pour répondre à un besoin spécifique. En plus, Schreier et Prügl (2008) trouvent quatre nouvelles caractéristiques des utilisateurs pilotes : connaissance du consommateur final, expérience d'utilisation, lieu du contrôle interne, capacité d'innovation. Ces auteurs révèlent aussi que les utilisateurs pilotes tendent à adopter plus rapidement l'innovation que les utilisateurs ordinaires. Si la grande majorité des travaux sur l'approche innovation par les utilisateurs concernent les utilisateurs pilotes, on ne doit pas négliger pour autant les utilisateurs qui ne sont pas des pilotes (Magnusson, 2009).

Dans cette thèse, nous nous intéressons à l'innovation avec les utilisateurs que nous appellerons la participation des utilisateurs dans le reste de cette thèse. La section suivante aborde l'innovation dans le secteur particulier de l'agriculture, notamment dans les PVD.

2. L'innovation dans le secteur de l’agriculture

La littérature sur l'innovation dans les PVD est largement dominée par les travaux sur l'innovation dans le secteur de l'agriculture dans ces pays, car c'est ce secteur qui a attiré la plus grande partie de l'attention des scientifiques, étant donné son rôle stratégique dans la lutte contre l'insécurité alimentaire et dans la réduction de la pauvreté.

2.1 Aperçu sur l’innovation agricole

L'innovation agricole est généralement définie comme l'introduction d'une nouveauté dans un système agricole. Cette nouveauté, perçue comme telle par les producteurs, peut prendre la forme d'une idée, d’une pratique ou d’un objet (Adam, 1982 ; Reij et Waters-Bayer, 2001 ; Smale et al., 2012). Cette définition s'inspire de celle donnée par Rogers (1995). Dans la même posture, selon Stewart et al. (2015), l'innovation agricole désigne l'introduction d'un nouveau produit ou service, d'une nouvelle méthode de production, de commercialisation dans le secteur de l'agriculture. Dans la littérature, plusieurs auteurs considèrent l’innovation agricole sur la base d’une vision plus globale et complexe, par opposition à une vision simpliste dans laquelle l’innovation serait un résultat qui pourrait être transféré et adopté par les populations cibles (*voir* Tefera et al., 2008 ; Klerkx et al., 2012).

Dans l’innovation agricole, on rencontre les mêmes typologies classiques de l’innovation. Le tableau 3 ci-dessous présente les principaux types d'innovation agricole : l’innovation de produits et de services, l’innovation de procédés, l’innovation organisationnelle et l’innovation institutionnelle. Toutefois, d'après Sunding et Zilberman (2001), les innovations agricoles peuvent être aussi classées en deux catégories : celles qui peuvent être matérialisées et celles qui n'ont aucune forme physique (immatérielles). En plus, pour chaque type d’innovation agricole, on peut différencier celles issues des communautés locales (innovations endogènes) et celles qui ont été introduites par des acteurs externes tels que les institutions de recherche, les ONGs, le secteur privé, etc. (innovations exogènes).

Tableau 3**.** Principaux types d'innovation dans le secteur de l'agriculture

Principaux types d'innovation	**Application au secteur agricole**	**Auteurs**
Innovation de produits	Les nouvelles machines, les nouvelles variétés de semences, les nouveaux types d'engrais ou de pesticides	Sunding et Zilberman, 2001 ; Essegbey et Ofori-Gyamfi, 2012 ; Stewart et al., 2015
Innovation de services	Les nouveaux services d'information et de conseil, nouveaux services de transport, nouveaux services financiers (mobiles-services)	Gakuru et al., 2009 ; Meyer, 2015 ; Baumüller, 2016 ; Dinesh et al., 2017
Innovation de procédés ou de pratiques	La rotation des cultures, les cultures par association, l'irrigation au goutte à goutte, la microdose d'engrais, la pisciculture	Aune et Coulibaly, 2015 ; Clavel et al., 2008 ; Stewart et al., 2015 ; Ike et Roseline, 2007 ; Shava et Gunhidzirai, 2017
Innovation organisationnelle	Les nouvelles méthodes d'organisation, de collaboration (co-utilisation d'équipements agricoles)	Balse et al., 2015
Innovation commerciale	Apparition de marchés bio et équitables, ventes en ligne de produits agricoles, émergence de supermarchés, nouveux emballages	Onyas et Ryan, 2015 ; Nandonde et Kuada, 2018
Innovation institutionnelle	Les nouvelles formes d'organisation, nouvelles mesures règlementaires ou incitatives qui peuvent toucher : les contrats, la finance et l'assurance agricole, l'accès au marché, l'accès au foncier, etc.	Holloway et al., 2000 ; Oluoch-Kosura, 2010 ; Schut et al., 2018

Dans cette littérature, les innovations de produits (y compris les services) et de procédés semblent être les plus courantes (Sunding et Zilberman, 2001 ; Stewart et al., 2015). Pendant que les équipements, engrais et pesticides sont largement développés par le secteur privé, les nouvelles variétés sont développées principales par le secteur public (Sunding et Zilberman, 2001). Ces innovations de produits ont tendance à accroitre la productivité agricole, à réduire les coûts de production (par ex., les coûts du labour) et à améliorer la qualité des produits. Cependant, les engrais et les pesticides ont généralement tendance à augmenter le rendement, mais peuvent aussi être nuisibles à l'environnement (Sunding et Zilberman, 2001 ; Letty et al. 2011). Aune et Coulibaly (2015) montrent que de nouvelles pratiques, telles que les microdoses d'engrais, sont appropriées aux conditions socio-économiques des producteurs pauvres grâce à leurs coûts faibles et leur impact sur la productivité, et peuvent avoir aussi quelques mérites écologiques (Aune et Coulibaly, 2015). Dinesh et al. (2017) examinent les dix meilleures innovations agricoles durables permettant une adaptation de l'agriculture au changement

climatique, lesquelles pourraient être regroupées en innovation de produits (ex., nouvelles variétés pour les céréales et les produits forestiers), innovation de procédés (ex., micro-irrigation, pisciculture, nouveau système de production de riz) et innovation de services (ex., information climatologique, finance mobile, assurance agricole). Pour Shava et Gunhidzirai (2017), la pisciculture est une technique innovante qui a permis d'améliorer la sécurité alimentaire et diversifier les sources de revenus des producteurs dans plusieurs pays africains dont le Zimbabwe. Avec l'apparition de plusieurs innovations de services dans le secteur de l'agriculture, portées par le développement des technologies de l'information et de la communication (Meyer, 2015), les producteurs ont une nouvelle opportunité d'accéder à l'information grâce à la téléphonie mobile. Cela pourrait permettre d'effectuer des transactions financières et d'accéder à plusieurs types d'informations agricoles (Aker, 2011 ; Baumüller, 2016). En général, les innovations agricoles semblent plus incrémentales que radicales. Cependant, la transition de l'irrigation par sillons vers l'irrigation par aspersion, et de l'aspersion vers le goutte-à-goutte sont des illustrations d'innovations radicales dans le domaine agricole (Kaine et al., 2008 ; Richefort, 2008), ou même l'utilisation de la téléphonie mobile dans une certaine mesure.

A ce stade, précisons que notre recherche se portera particulièrement sur les innovations variétale et d'équipement agricole (semoir) que l'on peut respectivement considérer comme incrémentale et radicale.

Les pratiques ou technologies agricoles durables rentrent dans le cadre de l'agriculture durable (Tilman et al., 2002 ; Garnett et al., 2013 ; Manda et al., 2015), laquelle est définie comme un processus ou système de production agricole qui permet d'accroitre la productivité agricole sur une même surface cultivable sans augmenter les effets négatifs sur l'environnement (Pretty et Bharucha, 2014 ; Royal Society, 2009). Dans plusieurs définitions de l'agriculture durable, on retrouve la combinaison de la durabilité sociale, économique, environnementale, avec l'utilisation de technologies appropriées (ex., FAO, 1989). A l'image de Pretty et Bharucha (2014), nous retiendrons dans cette thèse que l'agriculture durable est un processus ou système de production agricole qui utilise des technologies ou des pratiques potentiellement productives, qui ne consomme que ce qui nécessaire en termes d'intrants, qui minimise l'utilisation des technologies ou des pratiques néfastes à l'environnement et à la santé humaine, qui développe sans cesse des capacités d'adaptation et d'innovation pour la résolution des problèmes, qui est socialement inclusif et économiquement viable, et ouvert à l'environnement dans lequel il évolue. Précisons que, la littérature qui porte sur la relation entre l'innovation et

l'agriculture durable peut être regroupée selon deux principales perspectives. Tout d'abord, la première perspective se réfère à l'adoption du résultat de l'innovation comme une pratique durable (Lee, 2005 ; Kassie et al., 2010 ; Zeweld et al., 2017). Par ailleurs, dans la deuxième perspective les pratiques de durabilité se manifestent plutôt dans le processus d'innovation lui-même. Par exemple, dans cette perspective, la participation des producteurs dans le processus d'innovation, notamment variétale a été considérée par plusieurs travaux comme une pratique durable, une démarche ou une stratégie susceptible de contribuer à la promotion d'une agriculture durable (Chiffoleau et Desclaux, 2006 ; Pretty et al., 2011 ; Mulema et al., 2019), contrairement aux approches linéaires (Koutsouris, 2008).

La littérature qui porte sur le secteur de l'agriculture s'est beaucoup intéressée aux déterminants de l'adoption des innovations par les producteurs. Dans les principaux travaux sur le sujet (ex., Feder et al., 1985 ; Feder et Umali, 1993 ; Smale et al., 1994 ; Sunding et Zilberman, 2001 ; Foster et Rosenzweig, 2010 ; Conley et Udry, 2010), l'adoption de l'innovation est souvent étudiée comme étant en relation avec les caractéristiques individuelles des producteurs (ex., l'âge, l'éducation, le genre), les caractéristiques des exploitations agricoles (main-d'œuvre disponible, niveau des revenus), les caractéristiques biophysiques (type de sols, localisation des parcelles, niveau de pluies), les facteurs institutionnels (l'accès aux crédits et aux marchés), l'apprentissage et les réseaux sociaux ou encore le risque et l'incertitude. Par exemple, Smale et al. (1994) montrent que si les producteurs ont une perception de risque faible sur les rendements des variétés existantes de maïs, ils seraient moins tentés d'adopter de nouvelles variétés. Il a été aussi montré que le manque d'information, de crédits et d'accès aux semences de nouvelles variétés d'arachide est une barrière à l'adoption (Shiferaw et al., 2015). Ces études sur les déterminants de l'adoption se sont particulièrement inspirées des travaux d'Everett M. Rogers. Le modèle d'acceptation de technologies (TAM) a été aussi utilisé par les chercheurs dans le secteur de l'agriculture (Zhang et al., 2009 ; Rezaei-Moghaddam et Salehi, 2010 ; Gyau et al., 2012) pour analyser les perceptions et les attitudes des producteurs par rapport à l'adoption des innovations agricoles. Toutefois, de par sa simplicité et son ancrage dans les sciences de l'information, le modèle TAM peut être limité pour expliquer l'adoption de l'innovation dans un environnement complexe comme celui de l'agriculture (Hasler et al., 2017).

2.2 Les approches d'innovation dans le secteur de l'agriculture

Pendant plusieurs décennies, l'innovation agricole dépendait de la capacité des scientifiques à innover. Un grand nombre d'auteurs (par exemple Chambers et al., 1989 ; Reij et Waters-Bayer, 2001 ; de Rouw, 2004) ont reproché aux technologies ainsi développées de ne pas correspondre aux besoins des producteurs, et d'être souvent inaccessibles ou trop coûteuses pour les pauvres (Tambo, 2014). Ainsi, plusieurs approches distinctes ont émergé de la littérature sur l'innovation agricole depuis l'indépendance des pays africains à nos jours. La littérature met en avant les principales approches qui suivent : les approches linéaires, les approches interactives (ex., AKIS, *Agricultural Knowledge and Information Systems*), les Systèmes d'innovation agricole (AIS, *Agricultural Innovation Systems*) et les approches participatives (ex., Röling, 2006 ; Hall, 2007 ; Agyemang, 2007 ; Rajalahti et al., 2008 ; Spielman et al, 2009 ; Letty et al, 2011 ; Smale et al., 2012). Selon Coudel (2013), ces approches coexistent et sont progressivement utilisées dans les projets d'innovations (Bharat et Subash, 2017).

2.2.1 Approches linéaires

L'innovation dans le secteur de l'agriculture, notamment en Afrique subsaharienne, a été dominée aussi par les approches linéaires, appelées transferts de technologie (Röling, 2006). Ces approches sont basées sur l'idée que l'innovation agricole est développée par la recherche et que le défi est de transférer les résultats de la recherche aux producteurs, notamment à travers des services de conseil (Biggs, 1990 ; Assefa et al., 2015). La période après les indépendances dans les pays africains a été marquée par l'émergence des systèmes nationaux de recherche agricole (SNRA ou NARS en anglais) basés sur ces approches linéaires d'innovation (Philibert, 2004 ; Rajalahti et al., 2008). L'idée était de renforcer la recherche agricole au niveau national et de promouvoir le transfert de technologie (Larsen et al., 2009), avec l'objectif d'accroitre l'adoption de pratiques prédéfinies en laboratoire (Vanni, 2014). A l'époque, le principal défi était de lutter contre l'insécurité alimentaire (Hall et al., 2000 ; Parayil, 1992). Ce type d'approche a soutenu la révolution verte en Asie et en Amérique latine dans les années 1960-70, laquelle était basée sur la promotion de nouvelles semences et d'engrais, avec l'appui des politiques ciblant l'irrigation et les infrastructures (Evenson et Gollin 2003). Par contre en Afrique subsaharienne, les technologies introduites n'étaient pas adaptées à la demande et aux conditions locales (Evenson et Gollin 2003). De plus, la révolution verte a été limitée en Afrique subsaharienne du fait aussi des faiblesses des ressources humaines et des institutions (Denning

et al., 2009), et des politiques d'ajustement structurel de 1980-90 qui ont empêché les gouvernements de soutenir leur agriculture (Dorward et al., 2004). Pour Douthwaite et al. (2001), la révolution verte a démontré que les approches linéaires d'innovation peuvent seulement fonctionner dans des environnements relativement maitrisés.

Plusieurs auteurs ont souligné l'échec des approches linéaires à satisfaire les besoins des producteurs pauvres (Chambers et al., 1989; Okali et al., 1994 ; Thompson et Scoones, 2009). Pour Haverkort et al. (1988), ces approches n'ont pas été « en mesure de formuler des réponses adéquates à la création des systèmes agricoles durables » et « capables de contribuer à une augmentation substantielle des niveaux de production dans les zones à faibles ressources ». Selon Kole (2000), la théorie de Rogers, sur laquelle les approches linéaires reposent, ne prend pas en compte le fait que l'innovation peut être basée sur une mauvaise idée dès le départ et considère le processus d'innovation comme une boite noire. Ainsi, la contribution potentielle des producteurs et d'autres acteurs dans le processus d'innovation est négligée. Cette vision linéaire est, par conséquent, susceptible de saper les capacités d'innovation locales (Hounkonnou, 2001 ; Kibwika et al, 2009 ; Waters-Bayer et al., 2004).

2.2.2 Approches interactives

Introduite au début des années 90, les Systèmes agricoles de connaissance et d'information, ou *Agricultural Knowledge and Information Systems* (AKIS), reconnaissent l'innovation comme un processus interactif (Rajalahti et al., 2008). Pour Leeuwis et van den Ban (2004), l'approche AKIS trouve son essence dans un climat de politique interventionniste, basée sur une forte coordination du transfert d'innovation afin d'accélérer la modernisation dans le secteur de l'agriculture (Knickel et al., 2009). L'objectif de l'approche AKIS était de renforcer les systèmes de recherche, d'éducation et de vulgarisation autour des producteurs (Rivera et al, 2006), de telle sorte que ceux-ci puissent jouer un rôle actif dans les échanges de connaissances, dans l'adaptation et l'adoption de l'innovation (Larsen et al., 2009). Finalement, l'approche AKIS a été critiquée, considérée comme inefficace, trop bureaucratique et insuffisamment à l'écoute des besoins des producteurs, d'après Knickel et al. (2009). En dehors du triangle recherche, éducation et vulgarisation, peu d'attention est portée à l'environnement où ces éléments évoluent, et l'approche AKIS ne parvient pas à identifier clairement les producteurs comme sources d'innovation, soulignent Smale et al. (2012). Par conséquent, cette approche a été souvent considérée comme *top-down*, ajoutent Assefa et al. (2009).

2.2.3 Systèmes d'innovation agricole

Les Systèmes d'innovation agricole ou *Agricultural Innovation Systems* (AIS) sont une approche assez récente dans le secteur de l'agriculture. Cette approche voit l'apprentissage et l'acquisition de connaissances comme des pratiques et comportements systémiques, interactifs et évolutifs, et sources d'innovation (Hall, 2005 ; Szogs et al., 2008 ; Klerkx et al., 2009 ; Spielman et al., 2009). En d'autres termes, le changement intervient dans des interactions plus larges et plus complexes entre divers acteurs qui sont engagés dans la génération, l'échange et l'utilisation de connaissances, et dont les actions et les interactions sont cadrées par les institutions sociales et économiques formelles ou informelles (Spielman et al., 2008). Les acteurs peuvent être des producteurs, des chercheurs, des agents de conseil et de vulgarisation, des transporteurs, des entreprises publiques et privées, des ONGs, etc. Par exemple, un système d'innovation permettant de créer de nouveaux marchés pour le sorgho dans l'alimentation animale et de la volaille nécessitera des scientifiques experts des plantes et des animaux, des entrepreneurs de l'industrie de l'alimentation animale et de la volaille, des producteurs et/ou des organisations des producteurs, ainsi que des commerçants et des transporteurs, voire des services bancaires (Hall et al., 2004). Les liens entre l'agriculture et d'autres secteurs deviennent de plus en plus importants. En somme, les acteurs, les interactions et les institutions sont les principaux éléments au cœur de l'approche des systèmes d'innovation. Cette approche peut offrir des opportunités intéressantes au secteur de l'agriculture dans les PVD et renforcer les stratégies de sécurité alimentaire (Rajalahti et al., 2008 ; Larsen et al., 2009). La figure ci-dessous présente une articulation entre AIS et AKIS.

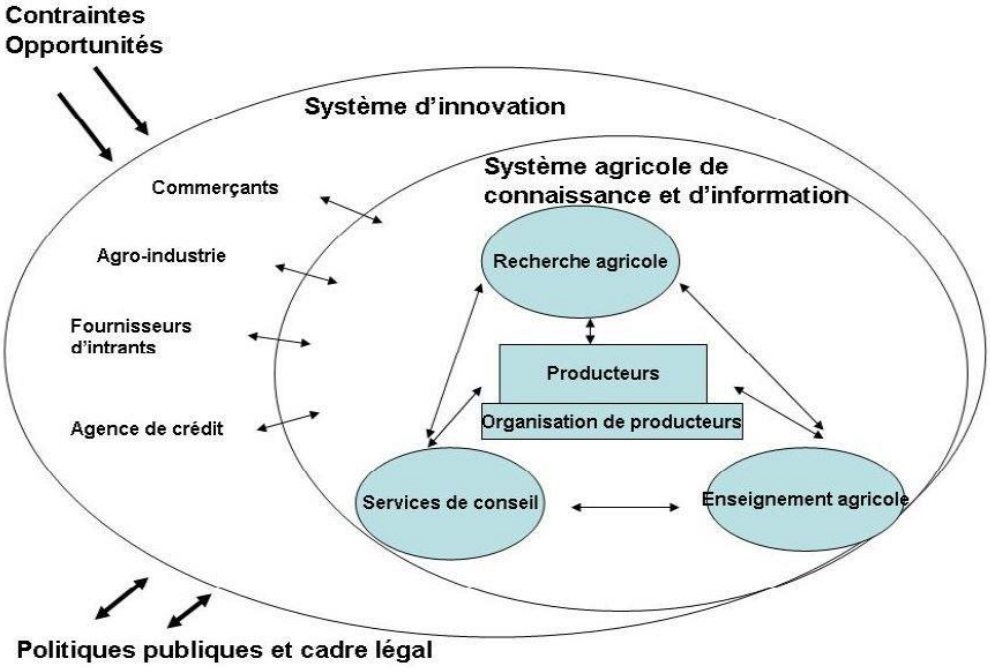

Figure 5**.** Le système d'innovation agricole (Pichot et Faure, 2009)

Selon World Bank (2011), l'un des atouts de cette approche est de lier le processus d'innovation aux sources d'investissements. Cependant, peu d'attention est portée sur l'éducation (Smale et al., 2012). Szogs et al. (2008) ont formulé des critiques quant à l'application de l'approche AIS dans les PVD, contrairement à ce qui se passe dans les pays développés. Pour ces auteurs, cinq points sont à noter : 1) Il y a une faiblesse des institutions locales à œuvrer dans les systèmes d'innovation ; 2) les interactions et les liens entre les acteurs sont souvent faibles ou inexistants ; 3) avec des sources de connaissance locales limitées, l'accès à des connaissances externes devient crucial ; 4) étant l'une des sources de connaissances, les universités ont une capacité limitée de faire de la recherche et leurs relations avec les industries locales sont presque inexistantes ; 5) alors que les pays développés se concentrent sur les créations de nouvelles connaissances et d'innovation, la plupart des PVD poursuivent une démarche d'acquisition et d'adoption des connaissances développées ailleurs. Les preuves empiriques de l'effet de cette approche sur l'adoption de l'innovation restent encore limitées dans ces pays (Weyori et al., 2018). Cependant, cette recherche ne s'inscrit pas dans le cadre de l'AIS, qui semble aborder le processus d'innovation dans une vision plus globale, même si certains auteurs (Klerkx et Nettle, 2013 ; Lambrecht, 2016) pensent que l'AIS et la théorie sur l'*open innovation* partagent une même logique, c'est-à-dire considérant l'innovation comme le produit de l'apprentissage interactif entre divers acteurs.

2.2.4 La participation des producteurs dans le processus d'innovation

Systèmes d'exploitation agricole ou *Farming Systems Research* (FSR)

Introduite dans la recherche agricole africaine dès le milieu des années 1970, sous l'impulsion des travaux de David Norman (1974), l'approche *Farming Systems Research* (FSR) donne une place déterminante aux connaissances locales des producteurs et aux interactions avec l'écosystème dans lequel ils évoluent. Ces connaissances sont une source importante d'innovation qui avait été ignorée (Röling, 2006). Cette approche prône surtout les essais des innovations dans le milieu des producteurs plutôt que dans les laboratoires de recherche, et offre donc une réponse pour mieux identifier les opportunités d'innovation (Haverkort et al., 1988). Dixon et al. (2001) définissent un *farming system* comme « un ensemble de systèmes de production individuels qui ont généralement des ressources de base, des modes opératoires, des moyens de subsistance des ménages et des contraintes semblables, et pour lesquels des stratégies de développement et des interventions semblables seront appropriées », et, en tant que système de décision, est influencé par des systèmes socio-économiques, environnementaux, culturels et politiques (Shaner et al., 1982). Cette approche n'a pas su prendre en compte la diversité des systèmes agricoles (Reece et Sumberg, 2003). En plus, elle a été critiquée pour avoir négligé les interactions avec les autres systèmes (Biggs, 1994).

Approches FPR, PTD et PPB

Les approches participatives soutenant la participation des producteurs dans l'expérimentation, voire dans la recherche et le développement se sont largement développées dans la continuité de l'approche *Farming system* (Haverkort et al., 1988). La *Farmer Participatory Research* (FPR) (Chambers et al., 1989 ; Okali et al., 1994 ; Scoones et Thompson, 1994 ; Pretty, 1995) et ses multiples variantes telles que le *Participatory Technology Development* (PTD) (Biggs, 1988) ont comme fondement la participation active des producteurs dans le processus d'innovation agricole, et se sont développées dans un contexte où les voix se sont levées contre les approches classiques linéaires. L'objectif principal de ces approches est de favoriser l'adoption de l'innovation en impliquant les producteurs dans le développement et les essais d'innovations. Une des motivations de l'approche était de renforcer les capacités des producteurs afin qu'ils puissent mieux conduire les activités du processus l'innovation et mettre en œuvre l'innovation qui en découle. Tant la FPR considère que les vrais défis se trouvent dans l'inadéquation entre la technologie et les conditions d'utilisation difficiles ou les pratiques des producteurs, le PTD met l'accent sur l'importance des connaissances locales, et voit

l'innovation comme un processus social incluant les pauvres et les groupes socialement marginalisés dans la résolution des problèmes (Biggs, 2008). Selon Hellin (2012), la FPR est souvent caractérisée de participation passive (Bentley, 1994) face au PTD qui serait considéré comme actif.

Au début des années 2000, des travaux ont fait évoluer les approches participatives dans le domaine de l'innovation variétale (*Participatory Plant Breeding* – PPB) (Ashby, 1996 ; Witcomb et al., 1996 ; Weltzien et al., 2001 ; Sperling et al., 2001). Le but était d'identifier les besoins et les priorités des producteurs, de partager certaines responsabilités avec eux dans la mise en œuvre des nouvelles variétés, voire de confier aux organisations de producteurs la commercialisation des semences afin de favoriser et d'accélérer l'adoption. Selon Weltzien et al. (2001), en plus de leurs informations et connaissances, les producteurs sont susceptibles de conduire des expérimentations et de prendre des décisions dans le processus d'innovation. Selon Almekinders et al. (2007) et Smale et al. (2012), cette approche est proche de l'approche AIS en se basant sur les interactions entre de multiples acteurs tels que les scientifiques, les producteurs, les organisations de producteurs, les commerçants, les entreprises semencières, etc.

La littérature sur l'innovation agricole s'est également intéressée aux différentes formes de participation (Biggs, 1989; Pretty, 1995 ; Sanginga et al., 2001 ; Johnson et al., 2003 ; Virk et al., 2003 ; Morris et Bellon, 2004 ; etc.). Nous n'en ferons pas état ici mais ces différentes formes feront l'objet d'une analyse dans le cadre de l'article sur la participation. Dans la diffusion, les méthodes participatives ont été décrites de plusieurs façons, par exemple comme les *Farmer Field Schools* (Braun et al., 2006) ou encore la *Participatory Rural Appraisal* (Gladwin et al., 2002). D'autres visions de l'approche participative stipulent que l'innovation peut provenir des producteurs (Assefa, 2004). Plusieurs auteurs avancent que les producteurs peuvent être à l'origine des innovations sans nécessairement collaborer avec les scientifiques (Saad, 2002 ; Waters-Bayer et al., 2009).

Philibert (2004) résume les principaux objectifs des approches participatives en quatre points : (1) répondre aux problèmes, besoins et opportunités identifiés par les producteurs ; (2) identifier et évaluer les technologies qui sont créées à partir des connaissances et ressources locales ; (3) assurer que les innovations sont appropriées aux contextes socio-économique, culturel et politique locaux ; (4) promouvoir le partage et l'utilisation à grande échelle des innovations agricoles. Pour Martin et Sherington (1997), les bénéfices clés dégagés par la

participation des producteurs dans l'innovation sont la disponibilité de la technologie agricole et le renforcement des capacités des producteurs et de leurs institutions.

Pour Philibert (2004), les approches participatives sont incompatibles avec les normes et pratiques des communautés scientifiques en général. En d'autres termes, définir des approches est une chose, mais les appliquer en est une autre. Elles semblent souvent servir comme label pour attirer l'argent des bailleurs, soulignent Ashby (2009). Pour Hall (2007), la plupart des approches participatives ont échoué à intégrer à la fois les connaissances scientifiques et locales dans le processus d'innovation, mais aussi à mettre en œuvre les pratiques collaboratives et à éclairer les rôles des différents acteurs. En outre, ces approches se sont focalisées principalement sur les innovations technologiques (Spielman et al, 2009), et ont négligé le rôle des entreprises privées (Ashby, 2009).

Dans cette thèse, nous nous focalisons sur la littérature relative à la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation et sur la théorie de l'*open innovation* dans le champ de la gestion de l'innovation en général, et dans le secteur de l'agriculture en particulier. Au-delà de l'importance de ces travaux, un nouveau paradigme de recherche émerge dans la littérature en gestion de l'innovation, notamment dans les PVD. La section qui suit présente les théories sur l'innovation frugale.

3. Emergence des théories sur l'innovation frugale

Il y a un intérêt croissant des chercheurs en sciences de gestion concernant l'innovation dans les PVD, en particulier ce que l'on qualifie d'innovation frugale. Un des premiers auteurs dans ce champ, Prahalad (2005), souligne que ces pays sont des marchés potentiels pour les multinationales qui devraient envisager de proposer aux consommateurs des produits plus adaptés à leur contexte, notamment économique. Cependant, au-delà d'opportunités de marché pour des entreprises bien établies, l'innovation frugale modifie de manière radicale le paradigme classique de l'innovation. Elle cherche à faire plus avec moins, dans des conditions difficiles, et à répondre aux besoins des populations pauvres (Prahalad et Mashelkar, 2010 ; Radjou et al., 2012). Ce nouveau paradigme semble être en opposition au paradigme d'innovation classique dans les pays développés, qui lui, demande plus de ressources en recherche et développement et plus de croissance économique, selon ces auteurs.

Les définitions de ces formes d'innovations sont multiples. Les termes utilisés apparaissent souvent comme des synonymes. Pourtant, certaines définitions peuvent révéler des différences particulièrement intéressantes. Dans cette partie, nous procédons à une analyse de la littérature afin de comprendre les points communs et les particularités de ces termes, avant de proposer notre propre définition. Dans le tableau suivant, inspiré des travaux préliminaires de Zedtwitz et al. (2015), Prabhu et Jain (2015) et Rosca et al. (2017), nous présentons différents termes ou concepts liés à l'innovation frugale.

Tableau 4**.** Les termes et définitions en liens avec l'approche d'innovation frugale

Approche	**Définition**	***Sources***
Approche Bottom of Pyramid		
Bottom of pyramid innovation	Produits et services adressés aux individus en bas de la pyramide, très souvent ignorés par les entreprises.	*Prahalad (2005, 2010)*
Approche Grassroot		
Empathetic innovation	Innovations conçues lorsque l'innovateur intériorise les besoins des autres (les utilisateurs futurs) comme ses propres besoins.	*Gupta (2010, 2012)*
Grassroot innovation	Innovations développées par des communautés locales dans les conditions d'extrême rareté de ressources (matérielles et financières). Elles sont souvent frugales et empathiques.	*Brem et Wolfram (2014) ; Dey et Gupta (2016)*
Indigenous innovation	Processus dans lequel on utilise des technologies transférées des pays développés afin de proposer des solutions plus performantes.	*Lazonick (2004)*
Approche Frugale		
Blowback innovation	Solutions innovantes développées ou adoptées en premier sur les marchés émergents.	*Brown et Hagel (2005)*
Cost innovation	Nouvelles solutions qui offrent les mêmes fonctionnalités que celles des pays développés, proposées à des coûts faibles. C'est l'usage de l'avantage de coûts dans les économies émergentes.	*Williamson (2010)*
Frugal engineering	Approche de développement de produit qui vise à apporter plus de valeur aux clients en minimisant les coûts non essentiels.	*Radjou et al. (2012)*

Frugal innovation	Produits ou services développés dans des conditions de rareté de ressources, et pour des applications spécifiques.	*The Economist (2010) ; Zeschky et al. (2014)*
Gandhian innovation	Ce concept qui porte le nom de Gandhi est très lié au contexte indien. Il correspond à deux valeurs de Gandhi : l'abordabilité et le développement durable.	*Prahalad et Mashelkar (2010)*
Jugaad innovation	Solutions innovantes, improvisées, nées de l'ingéniosité et de l'intelligence. Elles peuvent découler des technologies préexistantes.	*Radjou et al. (2012)*
Reserve innovation	Innovations mises au point pour les marchés émergents, ensuite adaptées et mises sur le marché des pays développés.	*Govindarajan et Trimble (2012)*
Resource constrained innovation	Produits développés avec un minimum de ressources, et destinés à une large population à des prix abordables.	*Sharma et Iyer (2012)*
Trickle-up innovation	Innovations développées pour les consommateurs en bas de la pyramide et qui se répandent dans les pays développés.	*Prahalad (2005)*
Approche Inclusive		
Catalytic innovation	Innovations disruptives souvent basées sur le développement social (exemple, éducation, santé, *phone banking*, etc.). Elles sont caractérisées par leur simplicité et leur abordabilité.	*Christensen et al. (2006)*
Disruptive innovation	Produits ou services plus simples, plus accessibles, et moins chers. Innovations qui n'apportent pas une avancée technologique, mais impliquent de nouveau modèle économique.	*Christensen (1997)*
Good-enough innovation	Produits ou services appréciés par les utilisateurs aux solutions plus sophistiquées. Il y a juste ce qu'il faut pour satisfaire leurs besoins à des coûts moins élevés.	*Hang et al. (2010)*
Inclusive innovation	Nouvelles idées qui créent des opportunités pour améliorer le bien-être économique et social des membres marginalisés d'une société.	*George et al. (2012)*

A première vue, ces définitions s'accordent pour adresser le même message : la satisfaction des besoins des consommateurs à faibles revenus, que ce soit dans les pays émergents ou en voie de développement ou encore dans les pays développés. En effet, les récentes crises économiques en Europe nous révèlent qu'aucune région du monde n'est à l'abri de la précarité. La vision partagée dans ces types d'innovation est qu'ils se développent dans un contexte de

contraintes de ressources, et qu'ils s'inscrivent dans une démarche visant à atteindre les consommateurs qui sont souvent hors de tout marché. Ces innovations portent aussi, généralement, sur les produits et services technologiques. Plusieurs auteurs trouvent nécessaire de regrouper plusieurs de ces termes sous l'appellation *frugal innovation* (Tiwari et Herstatt, 2012a, b ; Bhatti et Ventresca, 2013), ou encore *below-the-radar innovation* (Pansera, 2013) afin de saisir leurs complémentarités. D'autres auteurs (Sharma et Iyer, 2012 ; Zeschky et al., 2014 ; Pansera et Owen, 2015) emploient le terme *resource constrained innovation*, ou *Constraint-based Innovation* (Brem et Ivens, 2013), pour designer ces innovations. Dans cette recherche, nous jugeons pertinent d'utiliser le terme d'innovation frugale, qui nous semble être un concept intégré. Selon Brem et Ivens (2013), il serait important que les recherches futures se penchent sur une compréhension commune de ces multiples termes.

La littérature (par exemple, Zeschky et al., 2014) distingue ces types d'innovation en termes d'intensité et du caractère du marché (existant ou nouveau). Sharma et Iyer (2012) examinent les types d'innovation sous contraintes en termes de leurs sources (pays, entreprise), de leur nature (produits, services ou procédés), de leurs considérations environnementales et d'avantage compétitif. Pour Pansera (2013), la véritable différence entre ces innovations, c'est le contexte et la façon dont elles émergent et se diffusent. Pour cela, l'auteur identifie quatre approches principales. En se basant sur cet auteur, nous avons ainsi organisé les éléments du tableau 4 autour de ces approches (approche *Bottom of Pyramid* ou BOP, approche *Grassroot*, approche frugale, approche inclusive).

L'approche BOP de l'innovation est introduite par Prahalad (2005) à travers l'ouvrage *« The fortune at the bottom of the pyramid: eradicating poverty through profits »*. Le marché est au cœur de l'approche BOP. Dans un contexte de marché au Nord de plus en plus saturé, Prahalad propose que pour acquérir de nouvelles parts de marché, les entreprises des pays développés, notamment les multinationales, doivent se tourner vers les consommateurs en BOP (assimilé au Sud), qui sont mal desservis et disposent de maigres revenus. Pour l'auteur, la vision BOP de l'innovation est une stratégie gagnant-gagnant. Ces entreprises acquerront de nouvelles opportunités de marché, et les consommateurs au Sud seront mieux desservis, ce qui éradiquerait la pauvreté. Pour ce faire, les entreprises doivent pouvoir proposer des produits abordables afin de toucher une large population.

Dans l'approche *Grassroot* ou encore endogène de l'innovation, ce sont les communautés locales qui sont au cœur de l'innovation plutôt que le marché, dans les pays du Sud. Schumacher

(1973) (cité par Pansera, 2013), l'un des premiers partisans de cette approche, stipule que « au lieu de la production de masse, nous avons besoins de la production des masses ». Cette approche met l'accent sur le rôle crucial des besoins et des connaissances locaux dans la mise en œuvre de l'innovation afin de garantir un développement local. Cependant, l'innovation en question peut être l'adaptation d'une technologie venue d'ailleurs (Lazonick, 2004). Gupta (2012) ajoute que l'innovation *Grassroot* est une innovation par les pauvres pour les pauvres. Elle est issue de secteur informel ou rural (Seyfang et Smith, 2007 ; Cozzens et Sutz, 2014). Elle est empathique, créative et appropriée aux besoins des individus et des communautés (Gupta, 2010, 2012). La principale motivation des innovateurs *Grassroot*, c'est leur bien-être et celui de leur communauté (Seyfang et Smith, 2007). Seyfang et Haxeltine (2012) ajoutent que ces innovateurs rendent plus de services à leur communauté que les multinationales.

Pour l'approche frugale, la trajectoire de l'innovation change. Cette approche se base sur le potentiel du Sud à répondre aux besoins des marchés tant au Sud qu'au Nord (voir Radjou et al., 2012), puisque les consommateurs au Nord sont de plus en plus soucieux de leur portefeuille (Brem et Wolfram, 2014). C'est ce que Rosca et al. (2017) essayent aussi d'expliquer en soulignant qu'on assiste à un mouvement d'innovations en sens inverse, à savoir des produits et services développés dans les PVD et qui continuent leur chemin dans les pays industrialisés, « en créant de nouveaux segments de marché frugal ». De nouveaux segments de marchés « verts » abordables seraient également possibles au Nord grâce au potentiel au Sud à proposer des solutions « vertes » à bas prix (Sharma et Iyer, 2012). Ainsi, ces innovations pourraient offrir des produits verts abordables partout dans le monde. Les multinationales sont dès lors encouragées à exploiter les ressources low-cost, les besoins et les savoirs dans les économies en développement afin de servir les consommateurs de ce marché mais aussi ceux des économies développées (Williamson, 2010, Agarwal et Brem, 2012). Des entreprises comme Siemens et General Electric auraient déjà adopté cette stratégie en développant des produits spécialement pour les consommateurs au bas de la pyramide, et ces produits pourront également accéder aux marchés développés (Agarwal et Brem, 2012). La philosophie de l'approche frugale est basée sur la transformation de la rareté en avantage à travers l'ingéniosité (Radjou et al., 2012). L'idée, c'est de retenir et de développer les talents au Sud. La frugalité *« est incorporée dans les entreprises émergentes qui partiront à la conquête de l'Occident. Comme l'Inde, l'Afrique part de zéro, sans infrastructures, et va sauter des étapes entières de développement en devenant un laboratoire de l'innovation frugale »*.

Enfin, l'approche inclusive ou catalytique de l'innovation (Christensen et al., 2006 ; George et al., 2012) s'adresse à une innovation qui réduirait les inégalités dans le monde en intégrant les dimensions sociétales (économique, santé, éducation, etc.) dans les processus de recherche de profits des entreprises, que ce soit au Nord ou au Sud. Les partisans de ce mouvement plaident pour une répartition plus juste et équitable des avantages économiques de l'innovation (Christensen et al., 2006 ; George et al, 2012). Christensen et Raynor (2003) qualifient ce type d'innovation de *disruptive*. En ce sens, elle impliquerait de nouveaux modèles économiques, selon les auteurs. Pourtant, elle découlerait de la simplicité et non de la sophistication (Gadiesh et al., 2007 ; Hang et al., 2010).

Dans le tableau 5, nous proposons une classification plus fine de ces approches en fonction de leurs points communs et de leurs particularités.

Tableau [1]5**.** Les principales approches liées au paradigme d'innovation frugale

	Low cost	Capacité locale	Besoins sociaux	Opportunités de marché	Trajectoire de l'innovation	Principaux innovateurs
Approche BOP	x		x	x	N-S	MNCs
Approche Grassroot	x	x	x		S-S	Communautés locales
Approche Frugale	x	x	x	x	S-S, S-N	Individus, Entreprises locales, MNCs, Services publics
Approche Inclusive	x		x	x	Partout	Entrepreneur social, ONGs, Services publics, MNCs, etc.

Nous rappelons que cette section a pour but de mieux comprendre le concept d'innovation frugale. Après une analyse théorique de la littérature autour de ce concept, nous pouvons en déduire, en premier lieu, que l'approche d'innovation frugale est caractérisée par un problème de rareté de ressources et de vides institutionnels. Deuxièmement, l'approche d'innovation frugale présente une logique fondamentalement différente de celle de l'approche BOP (Prahalad, 2005). Elle fonctionne dans une logique où les produits et services proviennent du Sud et se positionne sur deux types de marchés : Nord et Sud. Ainsi, elle élargit l'approche

[1] Tableau inspiré de Pansera (2013).

BOP aux populations du Nord. Toutefois, elle partage plusieurs caractéristiques avec l'approche BOP. Troisièmement, l'approche d'innovation frugale englobe les approches *Grassroot* et inclusive de l'innovation (Tiwari et Herstatt, 2012c). Elle partage avec l'approche *Grassroot* la notion de créativité des individus au BOP, et valorise l'innovation au-delà du contexte local par le biais de la collaboration pour accéder au marché. Ainsi, elle peut être inclusive de différentes manières (économique, sociale, environnementale et institutionnelle ou encore collaborative) (Williamson, 2010 ; Sharma et Iyer, 2012 ; Bound et Thornton, 2012 ; Dey et Gupta, 2016 ; Rosca et al., 2017). Par conséquent, quelques auteurs ont appelé à analyser l'*open innovation* dans le contexte de l'innovation frugale (Hossain et Anees-ur-Rehman, 2016 ; Hossain, 2018b).

L'innovation frugale apparaît comme un concept intégré. En combinant les différentes approches proposées ci-dessus, le concept d'innovation frugale nous semble particulièrement pertinent pour le développement d'un nouveau paradigme d'innovation, adapté aux utilisateurs pauvres dans les PVD, qui serait difficilement possible en considérant les différentes approches de manière isolée.

Nous définissons l'innovation frugale comme **le développement ou l'adaptation des produits et des services, sous contraintes de ressources (ex., financières, humaines et naturelles) dans le processus d'innovation, afin de satisfaire les besoins sociaux des populations à faibles revenus et non desservies**. Elle émane le plus souvent de la collaboration entre acteurs multiples. Dans une dynamique de mondialisation, l'innovation frugale peut provenir des pays développés comme des PVD.

Les leçons du passé nous révèlent qu'il y a dans les PVD, particulièrement dans le secteur de l'agriculture, un échec du marché à satisfaire les besoins des populations à faibles revenus. En effet, la majorité des populations des pays d'Afrique subsaharienne se trouvent en bas de la pyramide et ne sont guère dans le viseur du marché des équipements modernes et des intrants agricoles. Dans ce contexte, développer localement des technologies abordables et répondant aux besoins des producteurs constitue un enjeu crucial en termes de sécurité alimentaire et de lutte contre la pauvreté dans ces pays. D'autant plus que la course à la mécanisation et à la modernisation agricole initiée par les gouvernements dans plusieurs pays africains a conduit à des dépenses énormes, à de stocks importants de matériels importés et inadaptés (FAO, 2008).

En complément des approches participatives et de l'*open innovation*, l'innovation frugale semble être une marche intéressante à suivre pour mieux servir les utilisateurs dans les PVD (UNCTAD, 2017).

Conclusion

En résumé, ce chapitre a permis d'aborder les principales notions liées à l'innovation et qui seront utilisées dans le reste de cette thèse : l'adoption de l'innovation, la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation, l'*open innovation* et l'innovation frugale. Dans ce chapitre nous nous sommes rendu compte de la diversité des études sur l'innovation qui sont essentiellement basées sur le contexte des pays développés. En revanche, dans la littérature des PVD, la plupart des travaux se focalisent sur l'adoption de l'innovation dans le secteur de l'agriculture qui reste une préoccupation majeure pour lutter contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté. Cela montre l'importance de l'innovation tant pour les pays développés que pour les PVD. Dans ces conditions, il est demandé de porter plus d'attention sur la participation et la collaboration dans l'innovation, et sur l'émergence de nouvelles formes d'innovation comme l'innovation frugale afin de mieux satisfaire les utilisateurs dans les PVD. C'est ce à quoi nous nous attèlerons dans le reste de la thèse.

Chapitre 2

Contexte de la recherche

Dans ce chapitre nous exposons notre contexte de recherche afin de mieux en cerner l'objet, à savoir l'innovation au service des utilisateurs dans les PVD, en particulier au Mali. Nous présenterons le contexte d'innovation variétale de sorgho et d'innovation dans la mécanisation agricole au Mali. Quatre sections sont développées dans ce chapitre. Nous commençons par une brève présentation du secteur de l'agriculture au Mali, dans la première section. La seconde section se penche sur le besoin d'innovation variétale de sorgho. Ensuite, nous montrons le besoin d'innovation dans la mécanisation agricole dans la troisième section.

1. Aperçu du secteur de l'agriculture au Mali

Le Mali est un vaste pays, situé au cœur de l'Afrique de l'ouest, avec une superficie de 1,24 million de kilomètres carrés (2,5 fois la France). En 2015, le pays a atteint 16,26 millions d'habitants et enregistré un taux de croissance de sa population de l'ordre de 3,05% entre 2010 et 2015 (FAOSTAT, 2016). Selon l'indice du développement humain (IDH) du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD, 2015), le Mali occupe le 179e rang sur 188 et est le 10e pays le plus pauvre au monde. Près de 62% de la population vit en milieu rural. Le secteur de l'agriculture joue un rôle crucial dans l'économie malienne, soit près de 40% du PIB. Il compte pour 30% des recettes d'exportation et emploie plus de 70% de la population active. Paradoxalement, c'est dans ce secteur qu'on trouve la majorité des pauvres. Cela caractérise bien une agriculture de subsistance et dont les retombées financières sont faibles pour les petites exploitations agricoles.

Dans son plan stratégique de développement, l'Etat malien a inscrit le secteur de l'agriculture comme moteur de la croissance économique et de la réduction de la pauvreté. Ce secteur, majoritairement familial, souffre depuis plusieurs années d'énormes difficultés liées au changement climatique, à la pression démographique, à la diminution de fertilité des sols, à la pression foncière qui rendent très vulnérables les systèmes de production, et à l'accès au marché. Au Mali, on distingue les cultures céréalières ou vivrières comme le riz, le maïs, le sorgho et le mil, et les cultures de rente composées principalement de coton. Après la crise du

secteur cotonnier, liée à la chute des cours mondiaux (Koné, 2011), plusieurs producteurs se sont tournés vers les cultures céréalières pour couvrir leurs besoins alimentaires et assurer, en même temps, une source de revenus grâce la commercialisation des surplus (Soumaré, 2008). C'est dans ce contexte de vulnérabilité de l'agriculture et, plus généralement, de l'économie que les céréales telles que le sorgho sont revalorisées dans les systèmes de production. Par conséquent, toute politique de développement cohérente au Mali passe nécessairement par l'agriculture, et la prise en compte des besoins et des objectifs des populations rurales en matière d'innovation technologique est plus que jamais incontournable.

Ainsi, le secteur de l'agriculture au Mali nous fournit un cadre pour explorer de nouvelles possibilités. Il n'y a à ce jour, à notre connaissance, aucune étude qui aborde le processus d'innovation comme nous le faisons, dans ce cadre contextuel malien. Ce cadre nous donne alors l'opportunité dans cette thèse d'apporter notre contribution dans la recherche agricole pour le développement, en plus de celle dans le champ de la gestion de l'innovation. Dans le point qui suit, nous commençons par expliquer pourquoi le besoin des nouvelles variétés de sorgho se fait sentir.

2. Le besoin d'innovation variétale du sorgho

2.1 La production du sorgho

Le sorgho est une céréale, utilisée pour l'alimentation humaine et de bétails. Originaire d'Afrique, le sorgho *bicolor* est la seule espèce de sorgho cultivée pour la consommation humaine et animale. Cette céréale suscite un intérêt particulier au Mali au regard des autres céréales. Tout d'abord, il peut être cultivé dans des systèmes à très faibles niveaux d'eau et d'engrais chimiques, et peut être en association avec d'autres cultures comme le niébé ou l'arachide. Selon Rattunde et al. (2013), les variétés de sorgho sont génétiquement adaptées aux conditions agroclimatiques difficiles des régions chaudes et sèches et peuvent donc surmonter les périodes de sécheresse prolongées. Par conséquent, le sorgho est capable de réussir là où la majorité des cultures n'arrivent même pas à survivre (ICRISAT et FIDA, 2006). Les zones de culture de sorgho sont très diverses et les précipitations moyennes annuelles se situent entre 400 et 1800 millimètres.

Le sorgho est la céréale la plus cultivée et consommée au monde après le maïs, le riz, le blé et l'orge. Au Mali, il arrive en 4e position après le riz, le maïs et le mil en termes de production,

mais reste la première culture en termes de consommation auprès des populations rurales (Abrami et al., 2008). Les performances de l'agriculture malienne reposent sur ces principales céréales (Cissé, 2009). En 2013, les producteurs maliens ont fourni 819 606 tonnes sur les 55,5 millions de tonnes de sorgho produits dans le monde. Pour la même période, la part dans la production mondiale du sorgho pour l'Afrique a atteint 34.5% ; 42% pour les USA et l'Amérique latine ; 17.1% pour l'Asie ; 4% pour l'Océanie et seulement 2.3% pour l'Europe (FAOSTAT, 2015). Les plus grands producteurs d'Afrique sont le Nigeria, le Soudan, l'Ethiopie, le Burkina Faso, le Mali et l'Égypte. Le sorgho reste une céréale de base pour plus de 750 millions de personnes vivant dans les régions d'Afrique, Asie et Amérique latine (CAC, 2011 cité par FAO-OMS, 2012).

Toutes ces raisons font du sorgho une culture stratégique pour garantir la sécurité alimentaire et une source de revenus pour les producteurs maliens.

2.2 Usage du sorgho

En Afrique subsaharienne, les grains de sorgho sont surtout consommés par les personnes, la tige et les feuilles sont utilisées comme fourrage pour les animaux. Les tiges servent aussi comme matériaux de construction ou pour la confection de natte traditionnelle. Au Mali, les grains de sorgho sont préparés sous des formes très diverses selon les régions : purée (tô), couscous, bouillie, beignets, galettes, bière locale, produits de boulangerie et de pâtisserie. Le sorgho est aussi reconnu pour sa grande capacité nutritionnelle et énergétique. C'est l'une des cultures au monde qui fournit plus de 85% des calories d'origine alimentaire, et est appréciable par sa quantité de protéines (12,3%), qui permet à la population humaine qui en consomme de survivre (FAO-OMS, 2012). Selon Awika et Rooney (2004), le sorgho a un impact significatif sur la santé humaine grâce à ses valeurs nutritionnelles. Le sorgho est actuellement connu pour d'autres fins à travers le monde. Par exemple, il rentre dans la production industrielle des boissons (bières de type *Lager* et *Stout*) au Nigeria. Dans ce pays, l'essentiel de la production de bière industrielle est issu de grains de sorgho, selon Clerget (2004). Dans les pays développés, le sorgho est surtout utilisé comme aliment de bétail. Le sorgho est maintenant cultivé pour les biocarburants aux USA. Il faut noter que près de 12% de la production américaine de sorgho est consacrée à la fabrication de l'éthanol et de ses coproduits (US Grains Council, 2010).

Surtout utilisé dans une agriculture de subsistance, la part du sorgho dans le commerce mondial reste encore faible, soit 3% des céréales commercialisées (FAO et ICRISAT, 1997). Cependant, le nouveau profil industriel du sorgho en tant que matière première pourrait ouvrir, aux producteurs du Mali et d'Afrique en général, des opportunités pour l'avenir.

Etant donné l'importance de cette céréale pour faire face aux problèmes de sécurité alimentaire et de pauvreté, les premières parties de notre recherche s'intéressent aux processus d'innovation qui cherchent à introduire ou à développer de nouvelles variétés de sorgho adaptées aux besoins des utilisateurs. Plus précisément, nous nous intéressons à la participation des utilisateurs dans les projets d'innovation variétale de sorgho et à l'adoption des nouvelles variétés.

2.3 Pourquoi innover en matière de sorgho ?

Les nouvelles variétés sont issues du processus d'innovation variétale. On appelle innovation variétale, dans cette thèse, la mise au point d'une nouvelle variété et son introduction dans une localité donnée. Ainsi, dans notre recherche, il est important de rappeler que le processus d'innovation variétale est l'ensemble des activités menées pour qu'une nouvelle variété soit développée et commercialisée. Cela part de la définition des besoins et préférences des producteurs (utilisateurs) jusqu'à la diffusion des nouvelles variétés sur les marchés (marché de semences et de grains).

Les variétés traditionnelles de sorgho sont des variétés locales que les producteurs maîtrisent et utilisent depuis plusieurs générations. Elles représentent la quasi-totalité des offres de sorgho grain sur le marché malien. Ces variétés sont les plus appréciées par les producteurs. Au fil des années, le changement climatique s'est avéré indéniable et son impact négatif sur la production des variétés traditionnelles du sorgho est incontestable (Matlon, 1990 ; Yai et al., 2014 ; Sultan et al., 2015). En plus, l'accroissement démographique et l'urbanisation rapide, qui se traduisent par l'extension des marchés et par ouverture de nouvelles opportunités pour la culture de sorgho, imposent de nouveaux défis. Ces derniers deviennent de plus en plus partie intégrante dans l'agenda de la recherche agricole (ICRISAT, 2008). Pour accroitre leur production, les producteurs pratiquent une agriculture extensive en augmentant les surfaces cultivées. Cette agriculture extensive, par manque de terres fertiles, est exercée sur des sols pauvres. Ce procédé est non durable vis-à-vis de l'environnement, et fait baisser encore plus le rendement des variétés traditionnelles (Matlon, 1990). Aujourd'hui, plus que jamais, on ne cesse de rappeler les besoins en matière d'innovations technologiques pour permettre aux producteurs pauvres

d'assurer leur sécurité alimentaire et d'améliorer leurs conditions de vie (ICRISAT, 2008). Cela sous-entend la limite des variétés traditionnelles et la nécessité de disposer de nouvelles variétés. Selon Filmer et Fox (2014), l'accroissement de la productivité demeure la meilleure solution et l'un des éléments-clés des stratégies des pays en voie de développement pour lutter contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté.

2.4 La recherche et l'innovation autour du sorgho au Mali

L'investissement public dans l'innovation apparaît comme légitime quand cet investissement répond à un souci de sécurité alimentaire et d'amélioration des conditions de vie des petits exploitants agricoles (Lefort et Riba, 2003). Pour améliorer leurs cultures, que ce soit dans les PVD ou dans les pays développés, les producteurs comptent beaucoup sur la recherche publique pour assurer la recherche et développement en matière d'innovation variétale. Dans les PVD, la recherche publique est souvent le moyen pour ces acteurs d'accéder à la technologie[2]. Par contre, dans les pays développés, les grands groupes de l'agro-industrie disposent souvent de leurs propres programmes d'innovation variétale avec ou sans la recherche publique (Lefort et Riba, 2003).

C'est à la suite des grandes sècheresses et famines des années 70 et 80, au Mali, que le sorgho a davantage attiré l'attention des programmes de recherche et d'innovation agricole. Selon Weltzien et al. (2006), l'innovation variétale au Mali se focalise principalement sur le sorgho. Dans le pays, il y a deux types de programmes[3] d'innovation variétale de sorgho : le programme national, exécuté par l'IER et le programme international de l'ICRISAT. Cependant, ces acteurs travaillent généralement ensemble. Initialement, l'objectif principal de ces programmes était de mettre à disposition du monde rural des nouvelles variétés de sorgho plus productives pour contrer le faible rendement des variétés traditionnelles (Weltzien et al., 2008). Ainsi, au Mali, plusieurs variétés de sorgho ont été introduites auprès des producteurs dans le passé par les scientifiques, afin d'accroître la productivité des cultures. Cependant, le taux d'adoption de ces variétés sorgho ont été jugé trop faible. Selon Matlon (1990), les préférences des producteurs sont peu considérées dans le processus d'innovation variétale. Les femmes, en général chargées de la préparation des repas, évoquent des difficultés liées à la préparation et à la conservation des aliments traditionnels à base de ces variétés (Coulibaly, 2011). En plus, les variétés

[2] Annexe G nous présente quelques exemples de nouvelles variétés de sorgho issues des programmes d'innovation variétale de sorgho au Mali.
[3] Un programme peut contenir plusieurs projets.

nouvelles réussissent moins sur les sols pauvres (Vaksmann et al., 1996). Il existe aussi un réel dysfonctionnement du marché des intrants au Mali, y compris pour les semences de sorgho (Staatz, 1989). Enfin, la faible adoption de ces nouvelles technologies peut s'expliquer aussi par le manque de capital humain dans les centres de recherche nationaux et la faiblesse des moyens donnés aux services de vulgarisation (Matlon, 1990). Tout ceci reflète la complexité dans l'analyse de l'adoption et du « bon » taux d'adoption, s'il en existe vraiment dans les conditions du Mali.

Encadré 1. Innovation à travers deux approches de recherche : Intensification et biodiversité

Les innovations variétales sont essentiellement des introductions ou des améliorations de l'existant. Ainsi, les nouvelles variétés peuvent être mises à disposition, soit à partir des variétés d'origine locale, ou soit à partir de celles venant de l'extérieur (Yapi et al., 2000). Comme exemple, les scientifiques peuvent choisir les variétés locales du fait de leur adaptation à une zone géographique (Soumaré et al., 2008). Pour les variétés d'origine étrangère, il s'agit par exemple de s'intéresser aux caractères liés au rendement (Leroy et al., 2014). Les programmes d'innovation au Mali ont été longtemps tournés vers l'introduction et l'amélioration des variétés d'origine étrangère jusqu'à la fin des années 80. A cette époque, l'intensification des cultures, autour d'un nombre limité de ces variétés nouvelles, était la première approche. L'idée était de mettre à la disposition des producteurs certaines variétés qui pourraient être cultivées sur une base géographique aussi large que possible. Cette approche a été vivement critiquée par les partisans de la sauvegarde de la biodiversité variétale (Bazile, 2006 ; Coulibaly, 2011 ; Leroy, 2014 ; etc.), au point qu'ils peuvent se « réjouir » des échecs de diffusion de ces nouvelles variétés. Pour ces auteurs, l'intensification des cultures, sans une approche volontariste de préservation de la biodiversité des espèces variétales, met en mal la diversité des variétés. Berti et Lebailly (2009) affirment alors que le développement durable des agricultures locales est la seule stratégie responsable pour permettre un bon approvisionnement des marchés. Ainsi dès le début des années 90, on voit apparaître une seconde approche d'innovation variétale de sorgho qui s'appuie sur les variétés locales qui sont spécifiques à des zones géographiques définies et dont les producteurs maliens ont des préférences bien affichées (Yapi et al., 2000).

Depuis 2000, l'innovation variétale ne se passe presque plus au Mali sans la contribution des producteurs et des organisations de producteurs. En effet, la nouvelle dynamique organisationnelle (voir annexe B pour plus de détails) mise en place par les producteurs maliens est en train de reprendre le pas sur les échecs du passé pour connecter la recherche aux besoins et aux intérêts des producteurs (Coulibaly, 2011). La participation des producteurs dans le

processus d'innovation variétale au Mali a pour but de mieux prendre en compte leurs contraintes, leurs besoins, leurs préférences, mais surtout leurs connaissances (Weltzien et al., 2008 ; Sissoko et al., 2008). Outre la dimension agronomique, la participation des producteurs permet de comprendre les éléments de nature socio-économique (Lancon et al., 2006), voire culturelle. Malgré les conditions peu favorables, les producteurs maliens ont toujours su montré leur grande capacité d'adaptation et d'action au cours des siècles (Sissoko et al., 2008). Ils sont ouverts à l'innovation dès lors que celle-ci apporte un progrès dans leurs systèmes agricoles (Coulibaly, 2011).

En adoptant une démarche participative, les programmes d'innovation variétale de sorgho vont au-delà de leur objectif initial. Ils intègrent aujourd'hui, par exemple, le renforcement des capacités des producteurs et de leurs organisations, la sauvegarde de la biodiversité ou encore la valorisation du sorgho (Weltzien et al., 2008). Du point de vue des chercheurs, en tant que maîtres d'ouvrage des projets, intégrer les producteurs et organisations de producteurs peut être une démarche soit volontariste ou soit exigée. Les exigences des bailleurs des projets d'innovation peuvent faire en sorte que les chercheurs soient de plus en plus attentifs à la participation des producteurs dans les processus d'innovation. Ainsi, sur le terrain les approches participatives se multiplient, différentes les unes des autres selon le degré de participation des producteurs.

En définitive, plusieurs auteurs (Weltzien et al., 2008 ; Leroy et al., 2014) constatent une évolution de la recherche participative au Mali et en Afrique de l'Ouest en général, car les producteurs ne sont plus uniquement impliqués dans la phase finale du processus d'innovation variétale. Ces auteurs pensent qu'en réalité toutes les phases du processus d'innovation variétale sont importantes car chacune d'entre elles fournit des informations clés pour mieux répondre à la demande des producteurs. D'où l'intérêt de porter les premières parties de cette recherche sur la participation des utilisateurs dans toutes les phases du processus d'innovation et sur l'adoption des nouvelles variétés.

3. Le besoin d'innovation en matière de mécanisation agricole

3.1 Fabrication et importation des équipements agricoles

Pour relever les défis de productivité, les producteurs en Afrique subsaharienne attendent beaucoup aussi des innovations en matière de mécanisation et de modernisation (Pingali et al., 1987 ; FAO, 2008, 2010, 2013 ; Houssou et al., 2014). La mécanisation agricole au Mali ne se limite pas seulement à l'accroissement de la productivité et de la production agricoles (Havard et al., 2009), mais peut aussi stimuler l'industrie locale de fabrication de matériels agricoles (Djiré, 2009). Elle apporte une valeur ajoutée aux chaines de valeur des produits agricoles en rendant les activités et fonctions de production, de transformation et de commercialisation « plus efficaces, plus efficientes, et plus respectueuses de l'environnement » (Adekunle et Oluwatosin, 2015). La mécanisation agricole est définie comme l'utilisation des matériels dans la chaine de valeur agroalimentaire (FAO, 2008). L'agriculture malienne est caractérisée par trois formes de mécanisation (FAO, 2010) : la mécanisation manuelle (la houe, par exemple), la mécanisation animale et la mécanisation motorisée. Comme source d'énergie dans les exploitations agricoles, ces trois formes de mécanisation représentent 17%, 72% et 0.9% respectivement (FAO, 2010). Le tableau suivant présente la composition et l'évolution de la mécanisation animale et motorisée au Mali pour les périodes 1997-2002, 2002-2007 et 2010-2014.

Tableau 6**.** Composition et évolution des équipements agricoles au Mali (1997-2014) - Données compilées à partir de FAO (2010) et de Sanogo et Diallo (2017)

Type de mécanisation	**1997-2002**	**2002-2007**		**2010-2014**	
	Effectif moyen	**Effectif moyen**	**Taux de croissance**	**Effectif moyen**	**Taux de croissance**
Traction animale					
Charrues	346 024	348 048	**0,6**	495 806	**42,5**
Houes Asines	13 046	13 846	**6,1**	14 976	**8,2**
Multicultures	234 608	236 608	**0,9**	154 170	**-34,8**
Semoirs	96 361	97 561	**1,2**	115 462	**18,3**
Charrettes	227 276	229 279	**0,9**	721 812	**214,8**
Animaux de trait	1 079 000	1 081 000	**0,2**	1 164 866	**7,8**
Motorisés					
Tracteurs et accessoires	743	1 300	**75,0**	1 881	**44,7**
Motoculteurs et accessoires	226	310	**37,2**	1 481	**377,7**
Batteuses	850	924	**8,7**	1 347	**45,8**
Moulins	540	703	**30,2**	948	**34,9**
Décortiqueuses	960	1 238	**29,0**	1 207	**-2,5**
Motopompes	2 946	3 646	**23,8**	3 785	**3,8**
Plateforme Multifonctionnelle	150	520	**246,7**	992	**90,8**
Mini-rizeries	0	0	-	12	-

Le tableau 6 montre la dominance de la traction animale dans la mécanisation agricole au Mali. Pour Sanogo et Diallo (2017), cette dominance des équipements en traction animale par rapport aux équipements motorisés peut s'expliquer par exemple par : (a) l'âge d'introduction et d'adoption des équipements de culture attelée ; (b) les équipements en traction animale concernent à la fois les grandes et les moyennes exploitations familiale ; (c) les équipements en traction animale coûtent moins cher que les équipements motorisés. La traction animale est l'un des principaux facteurs expliquant la rentabilité des exploitations agricoles au Mali

(Kassambara et Kleene, 2003). Selon FAO (2010), la production de céréales au Mali est de 4% pour la période 1997-2002 et de 11% pour la période 2002-2007. Cette augmentation pourrait être liée à aux efforts de mécanisation entre les deux périodes (FAO, 2010). Cet exploit de mécanisation, surtout motorisée, pourrait être dû aux décisions politiques prises par les autorités de moderniser l'agriculture malienne, à travers l'octroi des subventions et des possibilités de crédits aux producteurs. Ainsi, plusieurs équipements ont été importés dans le pays depuis les années 2000. Ce sont surtout les équipements motorisés qui proviennent le plus souvent de l'importation, et les équipements non motorisés sont fabriqués localement. Pour l'importation, on peut distinguer deux types d'importateurs : les entreprises privées et les services de l'Etat en collaboration avec les partenaires de développement. Quant à la fabrication locale, ce sont les ateliers parapublics et les forgerons locaux qui sont les principaux acteurs. La majorité de ces forgerons exercent dans l'informel, même si certains se sont organisés en coopératives (Djiré, 2009).

3.2 Usage des équipements agricoles

En général, la traction animale est utilisée au Mali pour la préparation du sol (charrue) et pour le transport (charrette) des personnes et de leurs biens dans la zone rurale, mais aussi pour les autres opérations comme le semis et le sarclage (Kassambara et Kleene, 2003 ; Sanogo et Diallo, 2017). Grace à la traction animale, le taux des superficies labourées serait passé de 9% en 1964 à 40% en 2009 (Sanogo et Diallo, 2017). Même s'il reste peu accessible à la grande majorité des producteurs, le tracteur est préféré pour sa rapidité pour le labour profond mais aussi pour le transport. Alors que les 90% des tracteurs sont utilisés dans les zones cotonnières du pays, les petites motorisations sont surtout exploitées dans les zones rizières pour le battage et le décorticage de riz, ou encore pour assurer la petite irrigation dans les villages, d'après ces derniers auteurs. En plus, on peut aussi remarquer l'existence des plateformes multifonctionnelles, lesquelles sont de petites unités industrielles rurales, qui sont composées de multiples équipements et utilisées collectivement par les exploitations agricoles. Ensuite, plusieurs autres équipements sont utilisés manuellement dans les exploitations agricoles, tels que les presses à karité, les découpeuses d'oignon, les décortiqueuses d'arachide, les pompes à pédales pour le maraîchage, etc. (Sanogo et Diallo, 2017).

3.3 La recherche et l'innovation autour du semoir au Mali

L'objectif principal de la mécanisation est d'accroitre la productivité du travail tout en réduisant la pénibilité et la durée du temps de travail. La première grande innovation radicale en matière de mécanisation au Mali fut l'introduction de la traction animale (à partir de 1932), laquelle a apporté un changement important par rapport à l'utilisation manuelle de la houe. Dans la même optique, arrivent le tracteur (vers 1949) et les petits équipements motorisés tels que motoculteurs (en 1985) (Kassambara et Kleene, 2003). Ces innovations ont été introduites selon une approche top-down par le pouvoir colonial (avant 1960) et l'Etat et ses partenaires (après 1960), avec souvent des résultats mitigés.

L'échec de la mécanisation agricole en Afrique subsaharienne pourrait être attribué à un manque de vision, à l'adoption d'une approche fragmentée de la mécanisation plutôt que holistique, et au manque de volonté politique (FAO et UNIDO, 2008). Précisément, il y a un consensus dans la littérature sur les facteurs clés qui ont influencé le relatif échec de la mécanisation agricole en Afrique subsaharienne, en particulier au Mali (Adekunle et Oluwatosin, 2015) : (1) le faible pouvoir d'achat des producteurs, (2) le coût élevé des matériels agricoles et la non disponibilité des pièces de rechange, (3) le manque d'accès aux crédits agricoles, (4) l'introduction de technologies non adaptées aux conditions locales, (5) le manque de formation dans l'usage et dans la maintenance des équipements, enfin (6) la faible capacité des structures publiques et le désengagement de l'Etat.

Selon Sanogo et Diallo (2017), il n'y a véritablement pas eu de politique et de stratégie pour promouvoir la mécanisation agricole au Mali, dont l'évolution se noie dans la recherche agronomique. Peu d'analyses approfondies sont effectuées avec l'introduction des équipements agricoles, ajoutent ces auteurs. A part quelques cas de projet pour l'amélioration de la traction animale (par exemple, les projets Urdoc[4] et Arpon[5]), il ne semble pas y avoir de véritable recherche et développement en matière de mécanisation agricole au Mali. Les équipements introduits par l'Etat avec l'aide des partenaires se font généralement en l'absence de spécialistes en machinisme agricole et de toute stratégie de marketing. Les équipements fabriqués localement par les forgerons, lesquels jouent un rôle crucial, sont basés sur l'imitation des modèles importés, et sont souvent de mauvaise qualité, même s'ils peuvent être abordables (Sanogo et Diallo, 2017). Puisque le désengagement de l'Etat des services d'appui à

[4] Le projet Urdoc : unité de recherche développement observatoire de changement.
[5] Le projet Arpon : amélioration de la riziculture paysanne à l'office du Niger.

l'agriculture a conduit à l'apparition de nouveaux acteurs (entreprises, coopératives, ONGs, etc.), il est donc nécessaire de revaloriser son rôle en matière d'incitation à l'innovation (Wampfler, 2004).

C'est dans ce contexte de mécanisation agricole au Mali, combiné avec les défis du changement climatique, qu'ont été initiés des projets pour développer de manière innovante des semoirs à traction animale et motorisés pour l'application des microdoses d'engrais et de semences de céréales comme le sorgho. En effet, les premiers semoirs existants à traction animale n'ont pas de fonction de microdosage. D'où l'intérêt de porter la dernière partie de cette recherche sur les antécédents, les moteurs et les impacts d'une telle innovation, qu'on appellera innovation frugale.

Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'avoir une vision globale de notre cadre contextuel au Mali et de situer précisément l'innovation autour du sorgho et du semoir. Nous avons également évoqué que depuis quelques années, les utilisateurs et les organisations d'utilisateurs sont activement impliqués dans les projets d'innovation variétale de sorgho. Cela révèle d'une démarche participative, contrairement aux modèles passés top-down, pour répondre aux attentes des utilisateurs. En complément, l'innovation autour du semoir illustre un intéressant cas dans la mécanisation agricole. Par conséquent, le présent cadre contextuel constitue un axe de réflexion très important pour élargir le contexte des travaux dans le champ de la gestion de l'innovation.

Chapitre 3

Cadre épistémologique et méthodologie

Le cadre contextuel de la recherche ayant été défini, il est maintenant nécessaire de préciser notre positionnement épistémologique, dans une première section, et la méthodologie de recherche choisie dans la seconde section. Comme le stipulent Arnould et al. (2006), le choix épistémologique et la méthodologie doivent être adaptés aux spécificités du contexte étudié ainsi qu'à la nature de la problématique. Ainsi, pour mener à bien cette recherche, nous adoptons une posture épistémologique pragmatique et nous nous appuyons sur une méthode de recherche mixte basée sur l'étude de cas.

1. Choix épistémologique

L'épistémologie est la philosophie de la production des connaissances scientifiques. Le positionnement épistémologique nous permet de s'inscrire dans une vision du monde et de s'assurer de la validité et de la légitimité de notre travail. Un paradigme épistémologique correspond aux croyances, valeurs et techniques partagées et acceptées par une communauté scientifique (Kuhn, 1970, cité par Thietart et al., 2007). S'il existe plusieurs paradigmes épistémologiques dans la littérature, trois courants se distinguent principalement (Girod-Séville et Perret, 2002 ; Thietart, 2007 ; Dumez, 2013) : le positivisme, le constructivisme et l'interprétativisme. Les différents paradigmes épistémologiques se différencient par quatre dimensions principales, selon Thietart et al. (2007) : (1) une dimension ontologique, qui questionne la nature de la réalité à connaître ; (2) une dimension épistémique, qui interroge la nature de la connaissance produite ; (3) une dimension méthodologique, qui porte sur la manière dont la connaissance est produite ; (4) une dimension axiologique, qui interroge les valeurs portées par la connaissance ». Dans le tableau[6] suivant, nous donnons une présentation synthétique du paradigme pragmatisme en plus de ces trois paradigmes cités.

[6] Les trois paradigmes épistémologiques : positivisme, interprétativisme, constructivisme sont principalement basés sur Thietart (2007).

Tableau 7**.** Les principaux paradigmes épistémologiques

	Le positivisme	**Le constructivisme**	**L'interpretati-visme**	**Le pragmatisme** (Girod-Séville et Perret, 2002 ; Creswell, 2014)
Quel est le statut de la connaissance ?	Hypothèse réaliste Il existe une essence propre à l'objet	Hypothèse relativiste L'essence de l'objet ne peut être atteinte ou n'existe pas	Hypothèse relativiste L'essence de l'objet ne peut être atteinte	Hypothèse relativiste L'essence de l'objet ne peut être atteinte
Quel est la nature de la réalité ?	Indépendance du sujet et de l'objet Hypothèse intentionnaliste Le monde est fait de nécessités	Dépendance du sujet et de l'objet Hypothèse intentionnaliste Le monde est fait de possibilités	Dépendance du sujet et de l'objet Hypothèse intentionnaliste Le monde est fait de possibilités	La relation sujet/objet dépend de la recherche Le monde est fait d'actions, de situations et de conséquences
Comment la connaissance est-elle produite ?	Découverte par l'explication Recherche formulée en termes de « pour quelles raisons… »	Construction par l'interaction Recherche formulée en termes de « pour quelles finalités… »	Interprétation par la compréhension Recherche formulée en termes de « pour quelles motivations des acteurs… »	Cela dépend de la recherche
Méthodes préférées	Quantitative	Qualitative	Qualitative	Mixte méthode : quantitative et qualitative
Critères de validité	Vérifiabilité Confirmabilité Réfutabilité	Adéquation Enseignabilité	Idéographie Empathie	Idéographie Validité externe et interne Transférabilité

Le positivisme repose sur une ontologie réaliste qui postule que la réalité existe en soi, qu'elle est universelle et indépendante de toute opinion. La vérité devient ici une donnée que la science se doit de découvrir en observant les faits empiriquement. En effet, le réel est connaissable, ce qui rend possible de l'étudier. Pour Benhayoun-Sadafiyine (2017), le seul réel perceptible est le réel empirique. Ainsi, les positivistes cherchent à identifier les liens de causalité entre les variables qu'ils étudient (Hudson et Ozanne, 1988). Dès-lors, ils adoptent une démarche déterministe où les mêmes causes engendrent toujours les mêmes conséquences. Dans le

paradigme positiviste, la validité de la connaissance passe par la vérifiabilité, la confirmabilité et la réfutabilité.

L'interprétativisme et le constructivisme se distinguent du positivisme par leur vision partagée de la réalité. En s'appuyant sur la même ontologie relativiste, ces deux paradigmes postulent que la réalité n'est pas indépendante du sujet et du contexte[7] étudié (Girod-Séville et Perret, 2002). Ainsi, ils retiennent que la réalité est relative, qu'elle est multiple et socialement construite par les individus plutôt que donnée. Dans ces paradigmes, le réel connaissable est l'expérience vécue par les individus (Husserl, 1970). Toutefois, la distinction entre les constructivistes et les interprétativistes se trouvent dans la manière dont la connaissance est produite et dans le rôle que joue le chercheur (Guba et Lincoln, 1989). Dans le cas de l'interprétativisme, la connaissance est la résultante de l'interprétation et de la compréhension du chercheur à partir du sens que les répondants donnent à la réalité, alors que le paradigme constructiviste considère que la connaissance est construite par le chercheur à partir de sa propre expérience et du sens que les répondants donnent à la réalité. Pour les interprétativistes, les critères de validité de la connaissance sont l'idéographie[8] de la recherche et d'empathie[9] du chercheur. Pour le constructivisme, les critères de validité sont l'adéquation de la connaissance avec l'objectif visé et l'enseignabilité de la connaissance à d'autres individus.

Selon Thietart (2007), le positionnement épistémologique semble orienter les choix méthodologiques. Si les positivistes préfèrent des méthodes quantitatives (expérimentation, enquêtes statistiques), les constructivistes et les interprétativistes sont principalement associés à des méthodes qualitatives (interviews, recherche-action, ethnographie, revue documentaire, étude de cas). Cependant, la problématique traitée dans cette recherche nécessite la mobilisation des méthodes de recherche quantitative et qualitative. La coexistence de multiples méthodologies dans une recherche, dont chacune constitue une contribution importante, s'inscrit pertinemment dans le cadre d'un paradigme épistémologique pragmatique (Tashakkori et Teddie, 1998 ; Johnson et Onwuegbuzie, 2004 ; Creswell, 2014). Le pragmatisme peut être défini comme : « Un paradigme déconstructiviste qui démystifie des concepts comme la vérité et la réalité en se concentrant plutôt sur « ce qui fonctionne ». Ce qui fonctionne étant vu comme

[7] Le contexte (physique, géographique, temporel, culturel, etc.) dans lequel l'expérience est vécue est un cadre indispensable pour comprendre cette expérience (Patton, 2002).
[8] L'idéographie correspond à une description détaillée d'un phénomène étudié et du contexte de l'étude (Girod-Séville et Perret, 1999).
[9] L'empathie fait référence à la capacité du chercheur de se mettre à la place des acteurs qu'il étudie, pour comprendre les situations de la même manière qu'eux.

la vérité par rapport à la question de recherche posée. Le pragmatisme rejette aussi bien l'un ou l'autre des choix associés à des guerres de paradigme, plaide pour l'utilisation des méthodes mixtes dans la recherche et reconnaît que les valeurs du chercheur jouent un rôle important dans l'interprétation des résultats[10] ». Pour Theodoraki (2017), « le principal paradigme épistémologique de la recherche mixte est celui du pragmatisme ». Ainsi, le pragmatisme combine les différents paradigmes de recherche et de méthodes afin d'obtenir des résultats à l'épreuve des faits (Morana, 2003).

Selon Girod-Séville et Perret (2002) et Creswell (2014), le paradigme épistémologique pragmatique repose sur plusieurs considérations. Il postule que la vision du monde se crée à partir d'actions, de situations et de conséquences et se concentre sur le problème à résoudre, en admettant que la vérité se trouve dans ce qui fonctionne. Ainsi, les pragmatistes réfutent de rentrer dans le dilemme objectivité/subjectivité. Pour eux, la relation entre l'objet et le sujet dépend de la recherche. Par exemple, une problématique complexe demande plus de dépendance (d'interaction) entre l'objet et le sujet, contrairement à un test d'hypothèses construites a priori. Par conséquent, les pragmatistes acceptent l'idée qu'il existe une réalité extérieure et indépendante du sujet, mais aussi que la réalité soit dépendante du sujet et du contexte. Par opposition aux positivistes, ils refusent que l'on puisse véritablement accéder à la vérité concernant la réalité, car la vérité ne peut être considérée comme absolue et définitive. Ils pensent toutefois que les relations causales existent mais sont temporaires et difficiles à identifier. Pour le pragmatisme, les critères de vérité semblent se définir à partir de l'idiographie, de la validité externe et interne, et de la transférabilité des résultats (Girod-Séville et Perret, 2002).

En définitive, au regard de notre problématique de recherche qui porte sur *comment l'innovation peut-elle mieux répondre aux besoins des utilisateurs dans les pays en voie de développement ?*, nous pouvons préciser que le présent travail s'inscrit dans le paradigme épistémologique pragmatique et dans une méthodologie mixte basée sur l'étude de cas. En effet :

- Nous cherchons à mesurer l'impact de l'intensité de la participation des utilisateurs sur l'adoption de nouvelles variétés développées.
- Nous cherchons ensuite à comprendre quel sens les parties prenantes au processus d'innovation variétale, notamment les utilisateurs, les centres de recherche agricole, les

[10] Tashakkori et Teddlie, 2003, p 713, cités dans Carrier Vernhet (2012).

ONGs, donnent à la participation des utilisateurs en termes de contributions, de bénéfices et de modalités, et dans quelle phase du processus. Une question complexe nécessite une forte interaction. En effet, nous n'avons pas l'intention de traiter la participation des utilisateurs dans l'innovation comme un phénomène simple[11], mais de mieux comprendre les expériences vécues par les répondants en la matière dans un contexte réel.

- En nous appuyant sur des hypothèses construites à priori, nous cherchons parallèlement à examiner les déterminants influençant la probabilité de participation des utilisateurs.
- A partir du cas de la mécanisation agricole et particulièrement d'un cas d'innovation de semoir, nous cherchons finalement, au-delà de la participation, à comprendre quel sens les acteurs donnent aux antécédents, moteurs et conséquences du processus d'innovation frugale.

Les courants épistémologiques sont généralement liés à des types de raisonnements scientifiques particuliers : hypothético-déductif ou déductif, inductif et abductif. Les positivistes adoptent le plus souvent la logique déductive, les interpretativistes et constructivistes suivent plutôt une logique inductive et abductive. En se référant à Charreire Petit et Durieux (2007), on peut noter que la déduction se base sur la formulation d'hypothèses préétablies avec l'aide de la littérature existante afin de les confronter à la réalité du terrain, alors que l'induction consiste, à partir des faits observés sur le terrain, à faire émerger des théories. Quant à l'abduction, il s'agit de procéder par des allers-retours fréquents entre la théorie et le terrain. Le raisonnement qui sous-tend le paradigme épistémologique de cette recherche est double : hypothético-déductif et abductif. Le double raisonnement dans une étude pragmatique n'est pas surprenant car, chez les pragmatistes, la réponse à une question se trouve dans la combinaison de différents raisonnements (Teddlie et Tashakkori, 2009 cités par Carrier-Vernhet, 2012). Dans cette recherche nous procédons par déduction pour tester les d'hypothèses construites à priori sur les déterminants de l'adoption et de la participation. Par ailleurs, nous procédons par abduction pour analyse la participation et l'innovation frugale en profondeur puisque nous partons respectivement d'une grille d'analyse théorique et d'un modèle conceptuel pour aborder le terrain, puis revenons à la théorie avec des nouveaux éléments trouvés sur le terrain.

[11] Le processus d'innovation est un phénomène complexe fortement liée aux comportements, valeurs, croyances et connaissances tacites des individus. Quant à la participation, elle peut induire des interactions qui sont très complexes car divers acteurs de profils différents seront amenés à interagir.

2. Méthodologie de la recherche

2.1 Méthode mixte

Dans le tableau ci-dessous, Creswell et al. (2014) identifient trois principaux types de méthodes mixtes, appelées aussi designs mixtes, lesquelles associent dans une étude les démarches qualitatives et quantitatives. L'utilisation de méthodes mixtes permet de mieux appréhender la problématique d'une recherche, selon ces auteurs. Johnson et al. (2007) définissent une méthode mixte comme « une méthode qui implique de combiner des éléments de méthodes qualitatives et quantitatives à des besoins de compréhension et de corroboration ». La méthode qualitative consiste à comprendre un problème de manière plus détaillée tandis que la méthode quantitative sert de l'appréhender d'une manière générale. Le but et l'apport de ces deux méthodes sont ainsi très différents. La combinaison de ces méthodes semble plus susceptible de déboucher sur des résultats appréhendant l'ensemble d'une situation complexe qu'une méthode exclusivement qualitative ou quantitative (Johnson et Onwuegbuzie, 2004 ; Johnson et al., 2007). Cependant, la réalisation de telle méthode nécessite plus de compétences et de ressources (Johnson et Onwuegbuzie, 2004 ; Creswell, 2014).

Tableau 8**.** Les trois principaux types de méthodes mixtes (Creswell et al., 2014)

Méthode mixte	**Description de la méthode**
Parallèle convergente	Les données qualitatives et quantitatives sont collectées parallèlement et s'adressent chacune à un aspect d'une question
Séquentielle explicative	La méthode quantitative est suivie par la méthode qualitative. Cela permet d'expliquer en profondeur les résultats de l'approche quantitative
Séquentielle exploratoire	La méthode qualitative est suivie par la méthode quantitative. Ici on cherche d'abord de repérer ou de préciser les variables intéressantes sur lesquelles se porterons les mesures afin de généraliser les résultats

Creswell et al. (2014) constatent qu'en général, le poids respectif des méthodes quantitative et qualitative varie selon la méthode mixte. Dans les méthodes mixtes séquentielles, le poids dominant est celui de la première méthode utilisée. Dans la méthode mixte parallèle convergente, le poids entre les méthodes est égal. La différence de pondération s'expliquerait

par l'objectif explicatif ou exploratoire recherché par le chercheur, car la dernière méthode utilisée viendrait en appui à la première.

Dans cette recherche, le choix du type de méthode mixte repose sur la méthode mixte parallèle convergente, dans laquelle la combinaison des méthodes quantitatives et qualitatives permet de traiter notre problématique de recherche. Cette méthode mixte a pour avantage de traiter différemment une même question spécifique ou différents aspects d'une question générale. Par exemple, lorsque nous cherchons à mieux comprendre la participation (le deuxième objectif de cette recherche), nous avons l'intention d'analyser, à travers la méthode qualitative, les perceptions sur les contributions et les bénéfices des utilisateurs participant au processus d'innovation, mais aussi d'examiner, à travers la méthode quantitative, les facteurs socio-économiques affectant leur probabilité de participation. Ainsi les résultats vont être obtenus parallèlement et vont converger à renforcer la compréhension sur la participation. De même, de façon générale dans la thèse, lorsqu'on traite l'adoption par une méthode quantitative et la participation et l'innovation frugale processus d'innovation par une méthode qualitative, on s'inscrit pertinemment dans le cadre d'une méthode mixte parallèle convergente.

2.1.1 Pourquoi l'étude de cas ?

La méthode des cas nous a paru appropriée pour mener cette recherche, car en l'associant avec la méthode mixte nous visons une meilleure compréhension du phénomène étudié.

Selon Hamel (1997), « l'étude de cas consiste donc à rapporter un événement à son contexte et à le considérer sous cet aspect pour voir comment il s'y manifeste et s'y développe ». L'étude de cas est recommandée lorsqu'il s'agit d'étudier des « champs nouveaux, complexes, où les développements théoriques sont faibles, et où la prise en compte du contexte est déterminante pour l'élaboration du processus de compréhension » (Evrard et al., 2003). Précisément, Yin (2009) explique que l'étude de cas est une stratégie privilégie lorsque :

- La recherche tente de répondre à des questions de type comment ou pourquoi ;
- Le chercheur a peu ou pas de contrôle sur les événements ;
- Le centre d'intérêt de la recherche porte sur un phénomène contemporain dans un contexte réel ;
- Les frontières ne sont pas claires entre le phénomène étudié et son contexte.

L’étude de cas devient une stratégie pertinente lorsque ces conditions sont réunies, tel est le cas dans notre recherche. Nous tentons de comprendre comment l’innovation peut-elle mieux servir les utilisateurs dans les PVD, nous nous centrons sur un phénomène contemporain, l’innovation dans un contexte de PVD, notamment le secteur de l’agriculture au Mali, sur lequel nous n’avons pas de contrôle, en tant que chercheur. En plus, il sera difficile de dissocier le phénomène étudié du milieu local, car le processus d’innovation, comme phénomène complexe, est de nature lié aux comportements et aux connaissances ancrées dans le contexte local (Nonaka et Takeuchi, 1995). C'est à cause de ce caractère diffus entre le phénomène et le contexte que l'étude de cas fait appel à plusieurs outils pour la collecte des données (voir tableau 9). Notre étude de cas met l'accent sur la compréhension des dynamiques présentes au sein d'un environnement malien, elle se limite à un domaine d'investigation bien spécifique, qui couvre les projets d’innovation sur le sorgho et le semoir.

Même si nous étudions deux cas de projets d’innovation dans cette recherche, nous adoptons une stratégie d'investigation d’étude de cas unique au sens de Yin (2009) afin d'apporter une réponse aux questions spécifiques de la présente recherche. Cet auteur préconise le recours au cas unique dans trois situations : pour tester une théorie existante, la confirmer, la compléter ou la refuser.

Tableau 9**.** Design de recherche

Méthode de recherche	**Stratégie de recherche**	**Technique de collecte des données**
Méthode quantitative	Etude de cas Sorgho	Bases de données
Méthode qualitative	Etude de cas Sorgho et Semoir	Entretiens semi-structurés
		Focus group
		Observation non participante
		Analyse documentaire

Toutefois, nous restons conscients des limites dans l’utilisation d’études de cas dont principalement le potentiel réduit de généralisation, le biais induit par la subjectivité, les tensions académiques auxquelles sa partie qualitative peut être confrontée. Toutefois, la contribution scientifique d’un projet de recherche ne repose pas nécessairement uniquement sur son potentiel de généralisation, car les connaissances issues des cas pourraient être transférables

à d’autres contextes sans généralisation (Lincoln et Guba, 1985). Notre but ici est avant tout d’attirer l’attention du lecteur sur l’environnement malien dans lequel s’inscrit l’innovation dans une nouvelle dynamique de l’agriculture. Au vu des limites évoquées, nous nous sommes imposé une rigueur de taille dans la collecte des informations en nous basant sur plusieurs sources de données. La sous-section qui suit abordera ces multiples sources.

2.1.2 Outils de recueil de données

Le précédent point nous a permis de montrer en quoi notre stratégie de recherche relevait de l’étude de cas, la présente a pour objectif de présenter nos outils de collecte de données. Afin de renforcer la qualité d'une étude, de multiples sources de données peuvent être utilisées (Yin, 2009). Dans cette étude, cinq types de sources d’informations ont été mobilisées : les bases de données, les entretiens individuels semi-structurés, les entretiens de groupe ou focus groups, l’observation et l’étude documentaire. Ainsi, la cueillette de données qui en résulte semble fine et riche. Le tableau 10 regroupe ces sources de données.

Tableau 10. Sources d'informations collectées

Entretiens semi-structurés et Focus group	Documentation	Observation
Entretiens individuels semi-structurés avec les organisations de producteurs (OP) et les producteurs, les centres de recherche agricole, les ONGs directement impliqués dans les projets Entretiens individuels semi-structurés avec des personnes ressources Focus groupe avec les membres de bureau des organisations de producteurs au niveau des sièges sociaux, et des producteurs au niveau des villages	Documents des organisations de producteurs (ex., rapport d'activités) Documents sur les projets (rapport technique, rapport de mission, rapport annuel) Sites internet des acteurs (ICRISAT, CIRAD et ONGs) Articles publiés issus des projets Thèses issues des projets Documents du gouvernement	Interaction avec les producteurs et leurs familles Visite des champs Visite des boutiques de vente des céréales Visite des sièges sociaux et des équipements
Bases de données		
Les bases de données sont obtenues dans le cadre du projet GISAIA (*Guiding Investments in Sustainable Agricultural Intensification in Africa*) de l'Université d'Etat du Michigan dans la savane soudanienne du Mali. Elles ont été collectées par le Programme d'Economie des Filières de l'Institut d'Economie Rurale, l'institution nationale chargée de la recherche agricole au Mali.		

Les bases de données

Les instruments de collecte de données utilisés ici sont essentiellement les questionnaires, qui sont les principales techniques des méthodes quantitatives.

Les entretiens semi-structurés

L'un des outils utilisés pour recueillir les expériences et les perspectives des individus a été l'entretien semi-structuré. Selon Wacheux (1996), l'entretien est le «moyen privilégié

d'accéder aux faits, aux représentations et aux interprétations sur des situations connues par les acteurs. En sciences de gestion, particulièrement, la plupart des recherches qualitatives s'alimentent aux "mots des acteurs" pour comprendre les pratiques organisationnelles et les représentations des expériences ». Compte tenu de l'objectif de compréhension et d'exploration, l'entretien semi-structuré semble donc être l'outil le plus adapté. Cependant, le climat de confiance entre interviewer et interviewé constitue l'un des éléments clés du succès de l'entretien.

Focus groups

Le focus group ou l'entretien de groupe est également considéré comme l'une des plus importantes techniques des méthodes qualitatives. C'est une forme d'entretien où un petit groupe discute sur un thème de la recherche (Stokes et Bergin, 2006). L'idée, c'est qu'un groupe peut aider à explorer et à clarifier un point de vue d'une manière qu'auraient fait difficilement les entretiens individuels, puisque les participants interagissent directement.

Le focus group « est particulièrement utile pour explorer les connaissances et les expériences des personnes, et peut être utilisé pour examiner non seulement ce que les gens pensent, mais comment ils pensent et pourquoi ils pensent de la sorte » (Kitzinger, 1995). Cet auteur explique qu'à travers la communication interpersonnelle, le chercheur peut mettre en évidence les valeurs culturelles ou les normes du groupe et identifier les expériences et les connaissances partagées. C'est une technique qui permet de mieux comprendre les attitudes et les comportements des individus (Von Seggern et Young, 2003). Cependant, le focus group n'est pas privilégié lorsque le thème absorbé est sensible. La place du modérateur est aussi cruciale et peut avoir des avantages et des inconvénients (Von Seggern et Young, 2003). Lorsque le modérateur est un collègue des participants, il doit prendre ses distances professionnelles pour ne pas influencer le débat, et un modérateur idéal serait une personne qui a une expérience de facilitation et une connaissance sur le thème débattu (Von Seggern et Young, 2003). En définitive, nous pensons que le focus group est adapté à notre sujet de recherche et à notre contexte de l'étude où les valeurs culturelles de la société malienne prennent une place importante.

Observation

Selon Ouedraogo (2007), l'observation peut se porter sur le milieu naturel, sur la présence de l'Etat, et sur les comportements socioéconomiques et culturels des répondants. L'observation est un « mode de collecte de données dans lequel le chercheur observe lui-même, de visu, des

processus ou des comportements …» (Baumard et al., 2007). Elle permet de confronter ce que les gens disent et ce qu'ils font en réalité, souligne Svensen (2013). Les principales raisons d'utiliser l'observation non participante dans cette recherche est d'avoir une compréhension sur la manière dont les informations sont produites et de confronter les informations aux réalités visuelles.

Documentation

La technique de documentation peut être pertinente lorsque les documents obtenus permettent, au moment de l'analyse, « de détecter les erreurs d'interprétation du répondant, des non-dits ou informations estimées secondaires mais qui pourraient être explicatives » (Ouedraogo, 2007). Un autre intérêt de la documentation, c'est son coût faible par rapport aux techniques précédemment abordées. Toutefois, l'accès aux documents peut être très difficile du fait de la confidentialité. Il existe un risque réel d'utiliser des documents qui ne reflètent pas la réalité lorsque le chercheur ne les confronte pas aux autres données du terrain. Les documents peuvent se porter sur le fonctionnement des organisations (statut, règlement), sur les projets (rapport d'activités, rapport de mission, rapport de réunion, etc.), et peuvent être accessibles dans l'organisation, sur internet, dans les institutions partenaires.

Ceci dit, dans notre étude, la documentation est très cruciale pour mieux comprendre les différentes études de cas et les activités menées relativement à notre problématique.

2.2 Les cas et le déroulement de la collecte des données

2.2.1 Sélection des cas

Un cas peut être une personne, un groupe, une organisation, un projet ou un groupe d'organisations (Haldy-Rispal, 2002). La sélection des cas a été faite en tenant compte des questions auxquelles nous cherchons à répondre. Nous avons choisi deux cas de projets d'innovation pour mener notre étude empirique. Cette sélection est le fruit des premiers entretiens auprès des institutions de recherche et des organisations de producteurs à Bamako, la capitale malienne, avant de nous rendre dans les zones d'exécution des projets (voir figure 6). En effet, entre octobre et décembre 2015, nous avons eu des rencontres avec les chercheurs, le personnel des organisations de producteurs et les ONGs à Bamako. Ces contacts ont été possibles grâce aux liens étroits que nous avons pu établir avec les chercheurs de l'Université d'Etat du Michigan (MSU), particulièrement avec le personnel du bureau de MSU à Bamako,

lors de l'étape exploratoire[12]. Lors des différents contacts, nous avons d'abord pris connaissances des différents projets d'innovation ainsi que des principaux acteurs impliqués. Ainsi, nous avons choisi le cas d'innovation variétale de sorgho (voir en annexe F les différents projets) et le cas d'innovation de semoir. En effet, les données d'entretiens semi-structurés sur le sorgho ont été complétées par les données quantitatives collectées par l'ECOFIL (le Programme d'Economie des Filières de l'IER), entre 2014 et 2015, dans le cadre du projet GISAIA (*Guiding Investments in Sustainable Agricultural Intensification in Africa*) de l'Université d'Etat du Michigan, dans la savane soudanienne du Mali. La figure 6 présente les sites d'enquêtes du projet GISAIA et illustre également les trois principales zones (Kati, Dioila et Koutiala), où nous avons menés les entretiens avec les producteurs dans les villages de : Nossombougou, Siby, Dioila, Tonga, Magnabougou, Wakoro, Sehun-foulala, Banco, Téguéré et Séribila et Kaniko.

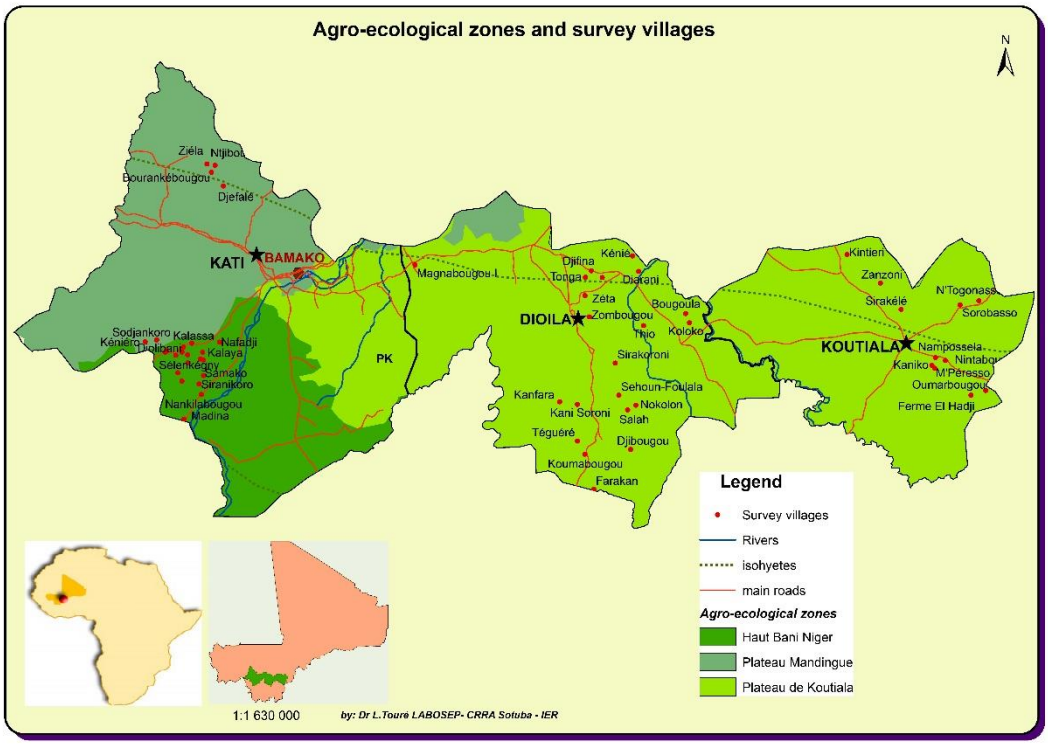

Figure 6**.** Carte des zones d'étude (source GISAIA)

La sélection des cas a été faite sur base d'un ensemble de critères (Yin, 2009), notamment la durée de l'expérience de participation des producteurs dans les projets, leur capacité organisationnelle à collaborer avec les acteurs externes et à accéder aux marchés, et enfin, l'originalité des innovations. Pour Habib (2010), le choix d'un cas peut dépendre de la nature

[12] L'étape exploratoire s'est déroulée entre janvier et septembre 2014. Le but était de découvrir le monde de l'agriculture au Mali et de voir la pertinence de notre problématique de recherche. A cet effet, 15 personnes ont été rencontrées (dont 12 au Mali et 3 aux Etats-Unis, à l'Université d'Etat de Michigan).

et du caractère réellement novateur de l'innovation. Les deux cas ont un dénominateur commun dans le sens où les innovations qu'ils concernent visent toutes à assurer la sécurité alimentaire et d'améliorer les conditions de vie des producteurs.

2.2.2 Présentation des cas

Aujourd'hui, plus que jamais, dans le domaine de l'agriculture, la nécessité de disposer de nouvelles technologies plus productives, plus appropriées et soutenables, devient une priorité pour les projets d'innovation agricole au Mali. Les projets évoqués ci-dessous s'inscrivent dans cette dynamique.

Cas du sorgho – ICRISAT/IER

Le premier cas d'étude concerne un vaste programme sur le sorgho lancé depuis début 2000 et piloté par l'ICRISAT, dont plusieurs projets ont été financé par des bailleurs comme la fondation Mc Night et autres partenaires (voir annexe F). Ce cas d'étude est en effet un programme dans la mesure où il englobe plusieurs projets.

Figure 7**.** Champ de sorgho (A)

Figure 8**.** Champ de sorgho (B)

Le programme couvre deux volets : le développement et l'amélioration des variétés de sorgho (figure 7 et 8) ainsi que le renforcement des capacités de production et la commercialisation des semences des nouvelles variétés. Les acteurs ICRISAT et IER collaboraient fréquemment ensemble dans les projets sur le sorgho.

Cas du semoir motorisé - IER

Enfin, le deuxième cas d'étude porte sur un projet exécuté par l'IER et dont le bailleur de fonds était le Groupe de Coordination des Zones Arides (GCOZA), entre 2010 et 2015. Ce projet s'inscrit dans un cadre de mécanisation agricole. Il visait à développer un semoir motorisé afin de réduire la pénibilité des travaux agricoles et d'améliorer la production et la productivité des cultures telles que le sorgho, en adaptation au changement climatique.

Figure 9. Nouveau semoir motorisé (source, IER)

De multiples acteurs (Voir en annexe A pour un aperçu sur ces acteurs) - tels que les centres de recherche agricole (IER, ICRISAT), les ONGs, les organisations de producteurs et les producteurs, les artisans locaux, etc. - ont participé à ces projets.

Le processus d'innovation est souvent un processus long et coûteux. Dans le cas des projets agricoles, on comprend très vite qu'un seul projet ne couvre pas l'entièreté du processus. Nous constatons que les phases de recherche et développement, et de diffusion peuvent faire appel à plusieurs projets[13] et bailleurs sur plusieurs années. Ainsi, dans notre thèse on ne s'intéresse pas à un projet particulier mais à plusieurs projets qui auraient été exécutés. Ceci nous permet de couvrir toutes les phases du processus d'innovation.

[13] Voir en annexe F les projets de l'ICRISAT et de l'IER qui semblent employer une approche participative dans le cadre de l'innovation variétale du sorgho au Mali, depuis les années 2000.

2.3 La collecte des données

Nous avons commencé[14] par des entretiens auprès des institutions de recherche et des personnes ressources[15] pour mieux choisir les cas et les sites, puis réalisé les entretiens des organisations de producteurs et des producteurs et, enfin, terminé par de nouveaux entretiens avec les institutions de recherche pour éclairer des points qui ont émergé avec les producteurs. Pour le cas sorgho, en dehors de la phase exploratoire, nous avons réalisé au total 71 entretiens (dont 4 focus groups). Cependant, nous n'avons pas pris en compte les données de la zone de Tominian (soit une vingtaine d'entretiens), afin de concentrer uniquement l'analyse sur les zones dont nous avons les données quantitatives. L'ensemble de ces entretiens a été effectué entre octobre 2015 et février 2016, dans un climat d'insécurité au Mali. Pour le cas semoir, nous avons mené 24 entretiens entre août 2016 et janvier 2017. Les entretiens ont duré entre 15 mn et 1h30 mn, et dont une trentaine a été enregistrée via un dictaphone. Trois langues ont été employées pour mener ces entretiens : *français*, *bambara* et *bomu*[16]. Ce dernier a été traduit avec l'aide d'un interprète. La conduite des entretiens individuels a nécessité la réalisation de guides d'entretien. Ces guides (en annexe B) sont tournés vers le processus d'innovation, ont été, à chaque fois, adaptés en fonction des répondants, qu'ils soient employés d'institutions de recherche impliqués dans les projets, personnes ressources, agents d'ONGs, membres de direction des organisations de producteurs, ou producteurs. Parallèlement, divers documents ont été récoltés, et des observations non participantes ont été menées dans le milieu producteur. La figure 10 résume le déroulement de la collecte des données qualitatives.

[14] Nous avons initialement soumis auprès de quelques chercheurs et producteurs les guides d'entretien aux tests de compréhension et de langue. A l'issue de ces tests, certaines questions ont été simplifiées pour les adapter à la compréhension, et nous avons améliorées notre traduction du français au bambara. Les premiers entretiens individuels et semi-structurés nous ont permis d'identifier les projets clés d'innovation dans les zones de culture de sorgho et les acteurs impliqués, des informations qui ne peuvent être obtenues auprès d'une organisation de producteurs ou des producteurs ; d'avoir par exemple des informations sur la collaboration avec les organisations de producteurs et leurs producteurs dans les processus d'innovation. Ces rencontres étaient aussi un véritable moyen pour ajuster notre guide d'entretien, surtout sur les aspects de déroulement du processus d'innovation, et pour accéder aux organisations de producteurs et des producteurs.

[15] Nous appelons personnes ressources des individus qui n'ont pas été impliqués directement dans les projets d'innovation en question, mais qui ont une expertise dans le domaine agricole au Mali.

[16] *Bambara* et *bomu* sont parmi une dizaine de langues nationales parlées au Mali. Etant la première langue au Mali, le bambara, appelé aussi dioula, est parlé dans plusieurs pays d'Afrique de l'ouest. Le *bomu* est la langue parlée par l'ethnie bobo au Mali et au Burkina Faso.

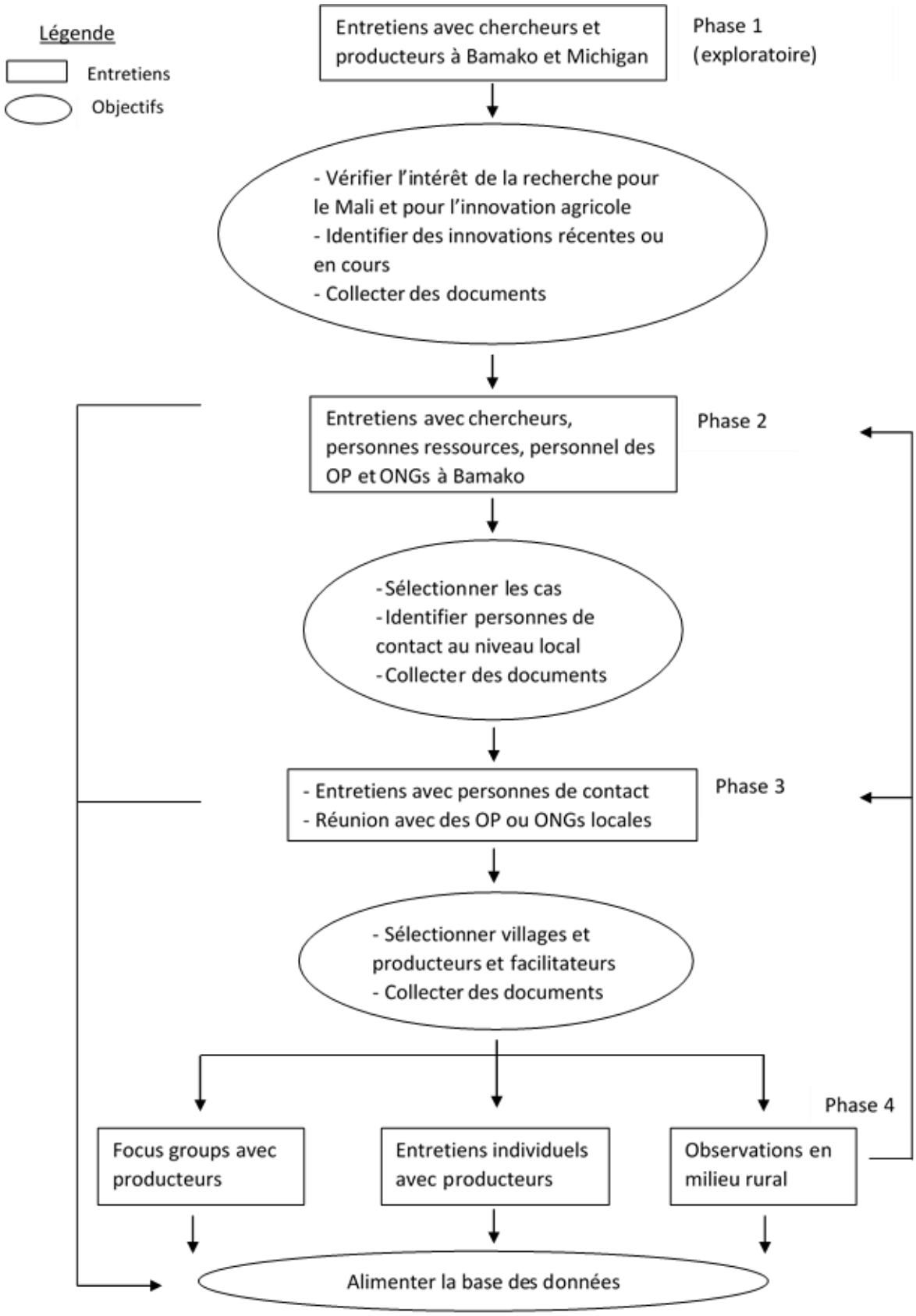

Figure 10**.** Déroulement et phases de la collecte des données qualitatives

2.4 Analyse des données

Après avoir sélectionné l'étude de cas comme design de recherche, il nous faut maintenant préciser les unités d'analyse. Bien que l'étude de cas porte sur les projets qui sont bornés par leur contexte et les acteurs qui les ont exécutés, plusieurs unités d'analyse ont été employées dans cette thèse. A savoir l'analyse a porté sur les parcelles des producteurs en ce qui concerne l'adoption, et sur les organisations de producteurs et les producteurs individuels s'agissant de l'étude de la participation. Quant à l'innovation frugale, l'unité d'analyse a été le processus d'innovation lui-même.

Au niveau qualitatif, l'analyse des entretiens retranscrits (en français) et des documents a été réalisée sur base d'un codage sous NVivo. Nous avons procédé à une analyse du contenu des entretiens qui a permis d'identifier des catégories et des sous-catégories préétablies (les phases de l'innovation, type de producteur, apports, bénéfices, etc.). L'analyse quantitative a été possible grâce à l'utilisation des modelés économétriques sous STATA. Au préalable, les données ont été manipulées et les statistiques descriptives dégagées.

Conclusion

Ce chapitre nous a permis de préciser le positionnement épistémologique et le choix méthodologique de cette thèse.

Dans un premier temps, nous avons exposé les différents paradigmes épistémologiques, avant de porter notre choix sur le pragmatisme, qui admet que la vérité se trouve dans ce qui fonctionne. Ce qui nous semble pertinent du fait de l'objet d'innovation et du contexte de recherche. En second lieu, nous avons porté notre stratégie de recherche sur les études de cas de sorgho et de semoir, à travers des outils comme les entretiens semi-structurés, le focus groups, l'observation non participante, la documentation, et l'utilisation de bases de données existantes.

Chapitre 4

Adoption of new sorghum varieties in Mali through a participatory approach

Mamadou Sissoko [1,*], Melinda Smale [2], Annick Castiaux [1] and Veronique Theriault [2]

[1] Creativity and Innovation Research Center, Namur Digital Institute, University of Namur, rue de Bruxelles 61, 5000 Namur, Belgium
[2] Department of Agriculture, Food and Resource Economics, Michigan State University, 446 West Circle Drive, East Lansing, MI 48824-1039, USA
***** Correspondence: mamadou.sissoko@unamur.be

Published in ***Sustainability*** 2019, 11(17), 4780; https://doi.org/10.3390/su11174780

Abstract

Although it is commonly accepted that farmers' participation in the process of technology development can improve adoption rates, few studies have tested this relationship. We tested the role of farmers' participation in the decision to adopt new sorghum varieties in the Sudan Savanna of Mali. We applied a conditional mixed-process method to data collected from 496 households in 58 villages the national agricultural research program (Institut d'Economie Rurale) and International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) worked through farmer organizations to test varieties in farmer-managed trials and implement seed production activities. We found that the intensity of participation positively affects adoption rates on household plots. Intensity of participation was measured as the ratio of participants in the household to the total number of participants in the village. Several plot manager and household characteristics influence adoption, including education and proximity of the plot manager with head of household, household assets, and labor availability. This study draws attention to the importance of farmers' participation as a sustainable practice that can stimulate the adoption of new technology and, in doing so, enhance food security. Future research should explore the intrahousehold dynamics of farm input adoption, and the role of different forms of participation in the innovation process.

Keywords: Sorghum; innovation adoption; participatory approach; sustainable practice; Mali

1. Introduction

Adoption is the *raison d'être* of any agricultural innovation (Chi and Yamada, 2002; Feder et al., 1985; Feder and Umali, 1993; Rogers, 1983). No matter how important innovation is, if the new varieties are not diffused and adopted, the varietal innovation process is considered inefficient (Bazile, 2006). In this study, we consider varietal innovation as the development of a new variety or the improvement of an existing variety, in order to meet farmers' preferences. We use varietal innovation and varietal improvement interchangeably. In light of demographic growth, rapid urbanization and climate change in the Sahel region, varietal innovation is crucial to increase agricultural productivity and in turn, food security and incomes of small farmers (Matlon, 1990; Rattunde et al., 2013). The lack of attention to the expectations of farmers explains largely the weak adoption rate of varietal innovations (Abakemal et al., 2013). Although Mali has invested for decades in research concerning the varietal improvement of sorghum, the use of new varieties remain relatively limited. Sorghum is the most grown and consumed cereal in the world, just after maize, rice, wheat and barley. In Mali, it is the first crop consumed by rural populations (Coulibaly et al., 2014). It is grown in subsistence farming. The share of sorghum traded worldwide is still weak, representing 3 % of total marketed grain (FAO and ICRISAT, 1997). Current estimates range from 13% to 33% depending on the estimation method used (Kergna et al., 2017; Matlon, 1990; Smale et al., 2018; Yapi et al., 2000).

For several decades, both practitioners and academic researchers have highlighted the critical role that farmers have, or should have, in the agricultural innovation process. A more participatory approach should be preferred to traditional top-down processes (Ashby and Lilja, 2004; Chiffoleau and Desclaux, 2006; Rhoades and Booth, 1982; Weltzien et al., 2003). For example, Witcombe et al. (Witcombe et al., 1996) argue that farmers' participation in the innovation activities better integrate their preferences. In Mali, participatory plant breeding (PPB) is the main approach followed by the national agricultural research and the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) to improve sorghum. This varietal innovation process takes into account farmers' preferences, involves farmers in collaborative testing, and promotes farmer-managed new variety diffusion (Kergna et al., 2017; Rattunde et al., 2013).

By sustainable practice we refer to farming activities that include the social, economic and environmental dimensions (Zeweld et al., 2017). We consider farmers' participation in the

varietal improvement of sorghum in Mali as a sustainable practice insofar as it (Bazile, 2006; Christinck et al., 2018; Coulibaly et al., 2014; Rattunde et al., 2013; Weltzien et al., 2010): (1) Involves both men and women, taking into account their needs and preferences (social or inclusive dimension); (2) creates opportunities for seed production and commercialization by farmer organizations and their members (economic dimension); and (3), integrates the local materials and conditions of farmers (environmental dimension). The environmental aspect of this innovation process is that much of the improved germplasm in Mali has also derived from the local Guinea race of sorghum rather than imported, highly-bred germplasm. The Guinea race of sorghum possesses "a suite of traits" that are crucial for adaptation across the Sudan Savanna zone of West Africa (Barro-Kondombo et al., 2008; Haussmann et al., 2012; Touré et al., 1998). These include photoperiod sensitivity that enables the crop to better match the length of the growing season when rainfall is highly variable and uncertain. The Guinea-race of sorghum is planted across a broad geographic range and is composed of numerous, polymorphic farmers varieties; some scientific studies have indicated that it comprises more genetic diversity than other races (see Folkertsma et al., 2005). Adaptation and genetic diversity enabled farmers' varieties to survive the great Sahelian droughts of the late 1970s-1980s. The plant of the Guinea-race is characterized by open glumes and lax panicles that reduce grain damage from insects and molds, and thus the need for insecticides. Further, the improved varieties studied here were tested by farmers themselves under their own low-input conditions, with and without fertilizer, across a range of growing environments.

In this study, we contribute to the literature on participatory and innovation research by testing whether the participation intensity of households in sorghum improvement activities influences adoption of new varieties. We augment the literature by analyzing the relationship between participation and adoption relationship from the perspective of agricultural sustainability. We also propose an original way to measure participation through its intensity. We define "participation intensity" as the number of the household members who participated in test and production activities for new sorghum seed varieties compared to the total number of participants in the village. We also control for other factors that can influence the adoption decisions such as characteristics linked to the plot, plot manager and household. For this purpose, we exploit cross-sectional data collected in 2014/2015 from households in the Sudan Savanna of Mali. We apply a conditional mixed process (CMP) model to test the effect of participation intensity on adoption, while controlling for potential endogeneity bias.

The paper is structured as follows. Section 2 presents a literature review concerning determinants of agricultural innovation adoption, while section 3 gives the main elements of the research methodology. Section 4 is dedicated to the results and their discussion. Finally, the last section concludes the study and proposes some political and managerial implications, as well as some avenues for future research.

2. Literature review

2.1 Traditional determinants of adoption

Countless studies have analyzed the determinants of innovation adoption in the agricultural sector, in particular since the rise of the green revolution in developing countries (see Feder et al., 1985; Feder and Umali, 1993). Concerning the adoption of new varieties, perhaps the most cited factors have been risk and uncertainty, farmer learning through experience or observation (social learning), as well as plot (land) and household characteristics (Doss and Morris, 2001; Feder et al., 1985; Feder and Umali, 1993; Nuijten et al., 2013; Rogers, 1983; Smale et al., 1994). Plot characteristics, including soil quality, while recognized, have been more difficult to measure and incorporate until more recent literature.

In their survey concerning the adoption of new sorghum and millet varieties in Central and West Africa, Camara et al. (2006) identified two categories of factors affecting adoption: 1) factors linked to the variety itself (e.g. higher yields or traits such as insect, disease or drought resistant), and 2) factors associated with the objectives of the farmer (e.g. conservation or culinary quality). In Mali, Sanogo and Teme (1996) showed the influence of some trait preferences of farmers, while Ndjeunga et al. (2015) identified the importance of human capital level in the national agricultural research system. Smale et al. (2018) found that the status of the plot manager (e.g., gender and age) influenced the use of new varieties on sorghum plots. Other studies identified the reasons why Malian farmers do not adopt or abandon new varieties of seeds, such as lack of information concerning the existence and the interest of the new varieties, the limited access to the seeds, issues linked to biophysical factors (i.e., damage due to birds or infertility of soils), and the absence of commercial markets (Camara et al., 2006; Ndjeunga and Bantilan, 2005).

In agricultural settings, innovation introduction comes through information sources, communication channels and social learning. Several authors brought details concerning the

way those determinants influence adoption (Bandiera and Rasul, 2006; Besley and Case, 1994; Conley and Udry, 2010; Munshi, 2004). Farmers working in the same environment often face similar needs, which favors a social learning process to support adoption in which farmers learn from each other (Bandiera and Rasul, 2006; Conley and Udry, 2010). D'Souza and Mishra (2018) state that generally, farmers in developing countries obtain their information from family, friends, or neighborhood networks. Farmers' interactions in their community or tribe can be more important sources of information and more efficient than extension services, as observed for the case of manioc adoption in Nigeria (Alademerin, 2016). Still, in addition to numerous studies undertaken during the green revolution, recent research recognizes the crucial role of extension services in the adoption of new technologies (Arslan et al., 2017; Walisinghe et al., 2017). Concerning gender differentiation, Thériault et al. (2017) showed that technology adoption decisions are influenced differently following the gender of plot managers, as male managers have greater access to extension services, in comparison with female managers. In banana farming systems of Uganda, Katungi et al. (2008) found that men had more social capital then women, enabling them greater access to innovation information and explaining higher adoption rates of agricultural inputs among men.

2.2 Participation, sustainability, and varietal adoption

Previous research has generally assumed that farmers' participation allows the resolution of weak adoption rates, by enriching and accelerating information collection by farmers (Angarawai et al., 2016; Ashby and Lilja, 2004) while benefiting from their selection and evaluation expertise, as well as from their knowledge of local conditions (Almekinders et al., 2007; Weltzien et al., 2008). The participatory approach also allows researchers to better describe and identify preference traits of farmers, which are often diverse and complex while relevant for technology adoption decision-making (Chiulele et al., 2011; Haugerud and Collinson, 1990). Trait preferences are not only linked to biophysical factors, but also to socio-economical, cultural and individual factors, and these can evolve (Nuijten et al., 2013). This requires giving famers an active role, in order to favor a better understanding of those traits during varietal improvement activities (Amane et al., 2011). Several studies have shown farmers' participation in varietal improvement activities as a determinant of adoption in sub-Saharan Africa. These include studies on sorghum varieties in Burkina Faso (Adesina and Baidu-Forson, 1995), the NERICA rice variety in Ivory Coast (Diagne, 2006), sweet potato varieties in Uganda (Kiiza et al., 2012), maize varieties in Ethiopia

(Abakemal et al., 2013) and Nigeria (Umar et al., 2014), as well as millet varieties in Nigeria (Angarawai et al., 2016).

Addressing challenges, such as food security, livelihood development and climate change require innovation process that is more sustainable (Röling, 2009; Shaw and Kristjanson, 2014). Farmers' participation in innovation processes is one route that can contribute to achieving this goal. Sustainability in agriculture or sustainable agriculture refers to farming activities can include environmental, social and economic aspects (Zeweld et al., 2017). A few studies (Ashby, 2009; Chiffoleau and Desclaux, 2006; Soleri and Cleveland, 2009) drew a link between farmers' participation in varietal innovation and sustainability. According to those authors, a participatory approach goes hand in hand with sustainability goals as it can: (1) Encourage social interactions and social equity (social dimension); (2) reinforce farmers' and farmers' organizations autonomy (economic dimension); and (3) facilitate local adaptation of the developed varieties and maintain or increase varietal diversity (environmental dimension). From a social or inclusive perspective, it is recognized that when men and women farmers are involved in the varietal improvement process, their preferences regarding specific traits are better integrated, which makes the process more successful (vom Brocke et al., 2010). Some authors have insisted on inclusiveness, which gives a voice to farmers, including the most marginalized ones (e.g., poorer, women or youth) (Ceccarelli and Grando, 2007; Paris et al., 2008; Shaw and Kristjanson, 2014). Therefore, we consider farmers' participation in varietal innovation process as a sustainable practice. By contrast, several previous studies have considered innovation outcomes, such as adoption of improved crop varieties, as a sustainable practice (Lee, 2005; Zeweld et al., 2017).

Even if varietal improvement programs relying on active collaboration with farmers have been part of the strategy of the national agricultural research since the 2000s in Mali, to our knowledge, no empirical research has tested the importance of participation in the adoption process. Additionally, studies on the relationship between participation and adoption relationship from the sustainability perspective are few. To fill this gap, we examine the relationship between the participation intensity of household in sorghum varietal improvement activities, considered as sustainable practice, and the adoption of those new varieties.

3. Methods

3.1 Data sources

Our sample comes from a dataset collected by a study team of the Institut d'Economie Rurale (IER) and Michigan State University under the GISAIA project (*Guiding Investments in Sustainable Agricultural Intensification in Africa*). A census was conducted in early 2014 among all households (2430) producing sorghum in the 58 villages where farmer-managed variety tests and seed production activities had been implemented by IER and ICRISAT through collaborating farmers' organizations.

Sorghum is cultivated across Mali's agroecologies, from the border with Ivory Coast (1400 mm annual rainfall) to the border of the Sahara desert, where rainfall is too low to support crop cultivation. Adaptation requirements for new sorghum varieties are specific to each ecology. The study villages are located within 800-1000 mm isohyets of the Sudan Savanna. The villages are located in the Cercles of Kati, Dioila, and Koutiala. Kati has a less intensified, sorghum-maize-millet system and a high population density, with farmers producing some higher value crops such as groundnuts and vegetables. Farming systems in Dioila and Koutiala are more intensified, with a stronger history of cotton production and vertically-integrated institutional structures.

We focus on the households whose members answered the census question concerning the participation of their members in testing or production activities related to new sorghum varieties. We combine responses to this question with detailed data on plots, plots managers, households, and market from a sample survey conducted with a subsample of 628 households that were randomly chosen from the census list. Sample survey data were collected between August 2014 and June 2015.

The final sample includes 712 sorghum plots belonging to 496 households. By household, we mean a family farm or *Entreprise Agricole Familiale* (EAF). EAF is defined by the 2006 Malian Agricultural Orientation Law as a production unit made of one or more members linked by family relationships and jointly exploiting their productive factors in order to generate resources, including income, under the direction of one of the members who is designated as the EAF head. Given that cultural norms in the farming systems Mali are generally patriarchal and patrilineal, most EAF heads in Mali are senior male household members, but some female heads exist.

In the Sudanese savanna of Mali, the EAF is based on a complex and dynamic production system. It is composed of members with vertical (sons and their family) as well as horizontal (brothers and their family, and spouses) family relationships, and led by a patriarch, the head of the enlarged family. This patriarch can delegate the management of the family production to a family member, generally a son or a brother, who works with the other active members on collective plots in order to meet the food needs of the family. As a matter of fact, the EAF is characterized by collective and individual plots. Individual plots are allocated by the patriarch and generally cultivated by women in order to meet their own needs and the ones of their children (i.e. scholarships, food). However, in some instances, individual production can be used to meet the food needs of the whole family. Several crops, including sorghum, millet, and maize, are cultivated within an EAF.

3.2 Econometric strategy

We start with the premise that the adoption of a new sorghum variety (Y) on plot i from household j is function of:

$$Y_{ij} = \beta X_{ij} + \gamma P_{ij} + \varepsilon_{ij}. \quad (1)$$

Where, X_{ij} is a vector of factors influencing technology adoption, such as plot, plot manager, and household characteristics, P_{ij} represents the participation intensity of the household, β and γ are the parameter estimates, and ε_{ij} is the error term. Note that only one variety is planted per plot.

Taking into account the possible endogeneity bias between adoption and participation intensity, we assume the following specification:

$$P_{ij} = \alpha X_{ij} + \delta Z_{ij} + \mu_{ij}. \quad (2)$$

Where, Z_{ij} is a vector of instrumental variables that allow controlling for the potential endogeneity bias. Parameters α and δ are respectively associated with variables X_{ij} and Z_{ij} in equation (2). In the presence of endogeneity, the error terms of the two equations are correlated ($Cov[\varepsilon_{ij}, \mu_{ij}] \neq 0$) and the coefficient estimates are biased.

To be valid, instrumental variables must fulfill two main conditions. First, they must be significantly correlated with the endogenous variable. Second, they should not be directly

linked to the dependent variable except through the endogenous variable ($Cov[Z_{ij}, \varepsilon_{ij}] = 0$) (Angrist et al., 1996; Wooldridge, 2002). We choose the number of women in the household who participate in sorghum improvement activities and access to credit in the village as instrumental variables. Those variables are directly linked to participation intensity of the household in sorghum varietal improvement activities but have little influence over the adoption decision of new sorghum varieties. The choice of instruments and their definitions are detailed in the following section.

Given the recursive nature of those equations, in which the depending variable (Y_{ij}) is discrete and the independent variable of interest (P_{ij}) is endogenous and continuous, we opt for the conditional mixed process (CMP) estimation method. Equation (2) is estimated in the first step, followed by equation (1) in the second step (Roodman, 2011). CMP method is the most well suited to the estimation of recursive equations if the dependent variable is binary and the explanatory interest variable is endogenous and continuous (Roodman, 2011). A probit estimation method with instrumental variables might also have been applied. However, with a discrete dependent variable and an endogenous continuous independent variable, CMP is the most consistent estimator (Chowdhury et al., 2016). Models are estimated in STATA 12.

3.3 Variables of the model

The discrete dependent variable, adoption, is defined as the use of a new (hybrid or improved) sorghum variety on a plot managed by a household member. The set of explanatory variables has been selected according to the adoption literature, as discussed in section 2.

3.3.1 Participation intensity

The main variable of interest is participation, which is measured as the ratio of household members who participated in testing and seed production activities of new sorghum varieties to the total number of village participants. It has been shown that, when farmers lead varietal tests in their fields, their learning and knowledge improve and their uncertainty vis-a-vis the new varieties is reduced (Leathers and Smale, 1991). Farmers' testing during a varietal improvement process can explain adoption (Ghadim et al., 2005). In Mali, the participatory approach can allow farmers and farmers' organizations to benefit from the sorghum varietal improvement process (Sissoko, 2019). Previous studies have underscored the importance of extension services to learn about technologies. In our region of study, extension services are limited and

mostly provided non-governmental organizations (NGOs). We hypothesize that household members who participate actively in varietal improvement activities are significantly more likely to adopt new varieties on their plot.

3.3.2 Plot manager and household characteristics

The education level of famers is assumed to be positively correlated with adoption of innovation. Educated farmers are more likely in a better position to process intensive information and learn more rapidly (Foster and Rosenzweig, 2010). They are more likely to be proactive in seeking solutions to their problems (Mignouna et al., 2011). In Mali, previous studies (e.g., De Groote and Coulibaly, 1998; Smale et al., 2016) found that the relationship of the plot managers who are members of the household to the head of the household affects the adoption of a new technology. Here, we consider that being the spouse or son of the head of household is likely to affect adoption. Labor needs on the farm also influence adoption of technological innovations. Introduction of new technology can increase the need for labor at the farm (Mignouna et al., 2011). In our study, labor supply is measured as the number of adult persons in the household per hectare of cultivated field. We also take into account the resource level of the household (assets), which indicates the capacity to acquire agricultural inputs.

3.3.3 Plot characteristics

In order to control for biophysical characteristics linked to plots, we include the homestead location in relationship to the sorghum plot. Distant plots can discourage farmers to adopt agricultural innovations (Aryal et al., 2018).

3.3.4 Market characteristics

In the adoption literature, farmers' access to market is an important determinant (Hailu et al., 2014). We measure market access by the existence of a weekly market in the village. Although sorghum seeds are not much traded, weekly village markets can be a source of information and a place to engage in social networks, which in turn can influence attitudes toward new varieties (Smale et al., 2010).

3.3.5 Instrumental variables

We employ the number of women participating in varietal improvement activities per household and access to credit in the village as instrumental variables. They both influence directly the intensity of participation but only affect the adoption decision indirectly.

Many studies document the important role that gender differentiation plays in the adoption of agricultural innovations. In the Sudan Savanna of Mali, better access to and higher rates of technology adoption by women have benefited the whole family, even in non-female headed households (Van den Broek, 2009). Culturally, in this region, women have a very active and vital role in rural work, including in seed testing and production activities. Yet, they do not have a say in the decision concerning adoption (ICRISAT, 2011). This led us to consider that the number of women in the farm who participated in the sorghum improvement activities does not directly affect the adoption decision but does affect the participation rate of the farm household.

It is largely recognized in the literature that limited access to credit affects the use of agricultural inputs (Udry, 2010). According to Konare (2001), the lack of credit to Malian farmers is one of the main challenges in the modernization and diversification of agricultural activities. In Mali, most (non-cotton) smallholder farmers do not have access to credit. Back in 1999, more than 80% of the agricultural loans were for cotton farmers (Konare, 2001). Nowadays, microfinance institutions and decentralized financial services aim to provide more flexible solutions to the financial needs of individuals, such as smallholder farmers, who are often excluded from the mainstream banking system (Nguyen et al., 2002). Better access to those financial services has had a positive impact on technology adoption (Abate et al., 2016). The level of access to credit varies across crops. As pointed out by Foltz (Foltz, 2010), the poorest farmers are very often the ones producing sorghum and millet, which require fewer resources. In the absence of governmental subsidies, these crops are often produced without fertilizers. Most of the new varieties developed by the national program with ICRISAT yield well relative to local varieties with or without fertilizer. Thus, the introduction of new sorghum varieties would allow farmers to produce more with limited resources, compared to input-demanding crops such as cotton and maize. Consequently, we consider that the adoption of a new sorghum variety on farms is not directly affected by access to credit, defined in our study as the village access to decentralized financial services. Moreover, we expect a negative effect of access to credit on participation intensity of farms in the sorghum varietal improvement activities, as those would probably be more available for cash crops or for high value-added agricultural activities. Table below

presents the definitions of the variables used in the econometric estimation, as well as their average (or percentage) values.

Tableau 11. Variables definitions and values

Variable	Definition	Mean or %
Adoption	The currently used sorghum variety in the plot is either hybrid / improved (= 1), or local (= 0)	43.1%
Participation intensity	Participation part of the household in the village = number of participants from the household / total number of participants in the village	0.063
Plot manager characteristics		
Spouse	The plot manager is a spouse of the head of household (= 1) or not (= 0)	21.8%
Son	The plot manager is a son of the head of household (= 1) or not (= 0)	11.5%
Education	The plot manager received primary school education (= 1) or not (= 0)	15.9%
Household characteristics		
Labor supply	Number of active persons (12-55 year old) per hectare in the household	0.991
Farm assets	Value of the household assets (cattle excluded) by household member (in CFA francs)	14.0
Plot characteristics		
Location	Time to go from the homestead to the plot (in minutes)	20.5
Access to local market		
Market	There is a weekly market in the village (= 1) or not (= 0)	24.4%
Instrumental variables		
Financial services	The village has access to decentralized financial services (= 1) or not (= 0)	17.6%
Participating women	Number of women participants within the household	0.093

% for binary variables. n=712.

4. Results and Discussion

4.1 Descriptive analysis

Our sample included 712 sorghum plots belonging to 496 households. Plots are generally no larger than 2 hectares (1 hectare for female managers, who represent 26% of the sample). The majority of plots (73%) is collectively managed by men (99%). The remainder of plots is individually managed primarily by women (94%). Among the collective plots, 72% are managed by the head of household, 14%, by his sons and 14%, by his brothers. For individual

plots, spouses of the head of household manage almost 79% of them and daughters-in-law, 14%. Sorghum plots managed by women are generally cultivated in association with other crops, such as groundnuts or cowpea.

New sorghum varieties are adopted on 43% of the plots (including 7% of recently released, hybrids), while 57% of the plots are allocated to local varieties. Not surprisingly, local varieties continue to be widely grown by Malian farmers. Managers with a primary school education level, who represent 16% of the sample, tend to dedicate more plots to new varieties (60% against 40% for managers not having reached this level). The households that participate or participated in improvement activities in their village represent 11% of the sample and 13% of the plots. For those households, more than half of the plots (54%) are used for new varieties (including 13% of hybrid ones). This is a higher number than among non-participating farms, for whom 41% of the plots were allocated to new varieties (including 6% of hybrid ones).

Concerning the analysis of gender, several studies found that women (even as head of family) have a lower likelihood to adopt agricultural technologies (Doss and Morris, 2001; Smale et al., 1991; Theriault et al., 2017). This is coherent with past general trends in Mali, where women have had less access to agricultural inputs than men (De Groote and Coulibaly, 1998). Results from the descriptive analysis shown here suggest that there is no significant statistical difference in adoption behavior between men and women, when we do not control for any other factor potentially influencing adoption. There is no significant difference between women and men concerning the share of plots dedicated to new varieties (respectively, 49% and 41%). However, the higher adoption rate observed for women may reflect a clear willingness of agricultural research centers in Mali, in particular ICRISAT, to put women at the core of their technology diffusion strategy in recent years. Recognition of the growing role of women in sorghum production in Mali has encouraged this change. This finding could reveal that, when women have the same access as men to agricultural innovation, they would tend to use it more easily.

4.2 Regressions results

Results obtained from CMP compared to a simple probit are presented in Table below. They differ significantly. Results from the first step (equation 2) indicate that the null hypothesis for exogeneity of participation intensity is rejected (Durbin and Wu-Hausman tests). As expected, results show that instrumental variables – number of participating women in the farm and access to credit – are significantly related to the “participation intensity” (endogenous) variable. The

relevance of the instrumental variables is tested using Stock and Yogo (2005). This allows us to reject the null hypothesis for weak instruments with a F-statistic of 40.91 exceeding the critical value of 19.93. We have failed to reject the null hypothesis of Sargan's test, indicating that the instrumental variables are valid. These diagnostics support our choice of instrumental variables.

Results from the second step (equation 1) demonstrate that household members who participate actively in varietal improvement activities are significantly more likely to adopt new varieties on their plots. This confirms our hypothesis. An increase in the household participation intensity by one point is correlated with an increase of 34.5% in the probability of adopting a new sorghum variety on a plot. In other words, there is more than 1 chance in 3 that any single household in a village adopts a new variety. The effect is large and meaningful.

This participation intensity could also describe the degree of openness of the household members to entrepreneurship and innovation in comparison to the rest of the village. One plausible explanation is the emergence of market opportunities, resulting from the structural reforms. Previously, seed supply was entirely managed by the state (Coulibaly et al., 2014; Haggblade et al., 2015). This change with the creation of the Malian Agriculture Orientation Law in 2006, which gives farmers' organizations the authority to produce and commercialize certified seeds. Our results are consistent with those presented in other studies dedicated to sorghum, where the characteristics perceived by farmers, training and knowledge acquired concerning varieties, and availability of seeds influence positively the adoption of new sorghum varieties (Adesina and Baidu-Forson, 1995; Elsheikh, 2018).

Results from the econometric analysis indicate that the family relationship of the plot manager to the head of household – being a spouse or a son of the head of household – affects significantly the probability of adopting new varieties on the plot. Those results do not allow us to conclude that women have a greater likelihood than men of adopting new varieties. However, we can conclude that higher family status (as indicated by proximity to the head of household) increases the probability of adopting new sorghum varieties.

Tableau 12**.** Results of the econometric estimation

	Simple Probit	**Conditional Mixed Process (CMP)**		
	Adoption	**Adoption (Second Step)**	**Participation Intensity (First Step)**	**Adoption Marginal Effects (dy/dx)**
Participation intensity	0.122	0.936*		0.345*
	(0.257)	(0.523)		(0.188)
Spouse	0.242**	0.216*	0.0155	0.0796*
	(0.119)	(0.120)	(0.0148)	(0.0440)
Son	0.322**	0.3006*	-0.00493	0.111*
	(0.155)	(0.156)	(0.0193)	(0.0570)
Education	0.458***	0.419***	0.0125	0.154***
	(0.132)	(0.134)	(0.0164)	(0.0488)
Labor supply	0.220***	0.205***	0.00629	0.0757***
	(0.0736)	(0.0739)	(0.00916)	(0.0269)
Farm assets	0.177***	0.170***	0.00796	0.0624***
	(0.0519)	(0.0519)	(0.00631)	(0.0188)
Location	0.00245	0.00229	0.000337	0.000843
	(0.00257)	(0.00256)	(0.000322)	(0.00942)
Market	0.00863	-0.0222	0.0321**	-0.00809
	(0.114)	(0.115)	(0.0141)	(0.0424)
Instrumental variables				
Financial services			-0.0291*	
			(0.0160)	
Participating women			0.194***	
			(0.0117)	
Constant	-3.096***	-2.996***	-0.0873	
	(0.742)	(0.743)	(0.0898)	
LR chi2	45.82	307.76		
p-value	0.0000	0.0000		
$\boldsymbol{\rho_1}$		-0.177*		
		(0.0995)		
$\boldsymbol{\rho_2}$		-0.175		
		(0.965)		
Log likelihood	-463.00075	-156.25325		
Number obs.	711	711		
Tests	Coefficient	p-value		
Durbin	3.781	0.0519		
Wu-Hausman	3.533	0.0606		
Fisher (2, 701)	40.905	0.0000		
Sargan	0.688	0.407		

* p<0.1, ** P<0.05, *** p<0.01.

Plot managers that received a primary school education are more likely to adopt new varieties in their plot. In addition to human capital, our results show that the labor supply and farm assets are both significantly and positively associated with the adoption of new varieties. Thus, farms that have more resources can better afford to take any risks or additional costs associated with new varieties. They can decide to cultivate new varieties even if they require more work, more fertilizer or to renew seeds regularly, in comparison with local varieties. Our results confirm the importance given by the literature to the role of resource endowments in the adoption of technologies (D'Souza and Mishra, 2018; Feder et al., 1985; Foster and Rosenzweig, 2010).

The location of the plot it is not significantly related to the adoption of new varieties. Finally, our results show that the proximity of the household to a market or the presence of a weekly market in the village is also not a significant determinant of variety adoption. This can be explained by the fact that sorghum grain production is generally dedicated first to consumption on the farm, although it also serves to generate needed cash. Surplus grain production, if it exists, is rather sold directly to the World Food Program (WFP) through farmers' organizations. Concerning seed production, it is also put at the disposal of organizations to be sold to other farmers, to seed companies, or to NGOs. Thus the quantity of sorghum sold by individual farmers in village markets is small and occasional.

5. Conclusion

In this study, we analyzed the determinants of adoption of new sorghum varieties in Mali from a sustainability perspective. Specifically, we tested the hypothesis that the participation intensity of family farms in the varietal innovation process affected adoption. Employing a sample of 712 plots belonging to 496 households that were surveyed in 2014-2015, we applied a recursive estimation method (CMP). This approach took into account the continuous and endogenous nature of the independent interest variable (participation intensity), and the binary nature of the dependent variable (adoption).

We found that the participation intensity of households in varietal improvement activities conducted under their management on the fields of their own villages, which we consider to be a sustainable practice, was significantly and positively associated with the adoption of new sorghum varieties. Results showed that the education of the plot manager, the family relationship of the plot manager to the head of household (i.e. being a spouse or a son), the family labor supply and the assets of the household also had a significant and positive impact

on the adoption probability. On the contrary, the location of the plot relative to the homestead and the presence of a weekly market in the village were not significant. Seed markets are only beginning to emerge in Mali, so this last finding does not surprise us—despite our recognition of the general role of village markets in not only trading of inputs and products, but information flows and networking.

Our results generally confirm what previous studies have identified as adoption determinants for agricultural innovations. However, this study is, to our knowledge, the only one that tested empirically the relationship between the participation intensity and adoption, despite an extensive literature on participation and adoption (Ashby and Lilja, 2004; Mangione et al., 2006; Morris and Bellon, 2004; Rhoades and Booth, 1982; Weltzien et al., 2008; Weltzien et al., 2003; Witcombe et al., 1996) and on the relationship between participation (or exposure) and adoption in West Africa (Abakemal et al., 2013; Diagne, 2006; Kiiza et al., 2012).

Our results are aligned with the strategies of agricultural sustainability on smallholder family farms, led by several research institutions and governments in West Africa. As a matter of fact, this study draws attention to the importance of farmers' participation as a sustainable practice that can stimulate the adoption of new technologies and, in so doing, contribute to food security. It is recognized that adoption of new sorghum varieties in Mali, developed through a participatory approach, contributes to the diversity of the diets of poor families (Smale et al., 2018). To facilitate a fairer access to agricultural inputs, we observe actions that deliberately target technologies that are accessible to women (as suggested by Doss and Morris, 2001) through their participation in the innovation process.

An important consequence of our results for political decision-makers and agricultural innovation practitioners is related to the level of involvement of farmers (men and women) in the sorghum varietal innovation process. Farmer involvement should be encouraged, and the engagement of women and youth in the production of new sorghum seed varieties should be emphasized. It is essential to promote the processing of sorghum into market-attractive derivatives, in order to increase adoption rates and to increase the economic opportunity for women and youth to produce seeds.

We are aware of certain methodological limitations in this study. First, it would have been interesting to have access to data allowing to distinguish between various types of participation (in problem identification, in varietal tests, in seed production) in order to evaluate more

precisely the adoption behavior following participation intensity in the different phases of the innovation process. It would also have been interesting to measure the participation intensity at the individual level, if the data would have permitted. In this study, we have examined adoption at a given time (2014 agricultural survey). It would be interesting, in future analyses, to examine adoption in the context of a longitudinal study. Future research could also consider the impact of factors as communication channels from farmers' organizations.

Chapitre 5

Comprendre la participation des utilisateurs dans l'innovation variétale : le cas du sorgho au Mali

Résumé

Cette étude examine en profondeur la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation, à travers plusieurs dimensions. Utilisant des méthodes de recherche mixtes, les contributions et les bénéfices de participer dans le processus d'innovation en fonction des types d'utilisateurs, des phases du processus d'innovation et des modes de participation sont d'abord analysés et ensuite, les déterminants de participation dans l'innovation sont examinés. Nous investiguons le contexte d'innovation variétale du sorgho au Mali. Puisque le sorgho est une denrée alimentaire de base au Mali, toute innovation variétale peut être importante pour les utilisateurs locaux. Nos résultats montrent qu'il existe différents modes de participation pour différentes phases du processus d'innovation. En plus, tandis que les bénéfices des utilisateurs individuels et des organisations d'utilisateurs semblent plus importants dans les phases d'essais et de diffusion, leurs contributions sont importantes dans toutes les phases du processus d'innovation (initiation, essais, diffusion). Il ressort aussi que plusieurs facteurs, tels que l'âge, le genre, le capital social, les ressources disponibles dans l'exploitation agricole, la distance entre le village et le centre de recherche, etc. influencent significativement la probabilité de participation des individus. Ainsi, cette étude contribue à la littérature sur la gestion de l'innovation, particulièrement axée sur les pays en voie de développement (PVD), en apportant de nouvelles connaissances sur la participation des utilisateurs dans l'innovation. Elle apporte aussi un certain nombre d'implications managériales et politiques. Enfin, nos résultats offrent des leçons pertinentes pour les décideurs politiques, dans leur lutte contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté.

Mots-clés : participation des utilisateurs ; approche participative ; processus d'innovation ; innovation agricole ; PVD ; Mali

---

1. Introduction

Aujourd'hui, la pratique de l'innovation est en train de changer. Les modèles traditionnels de l'innovation laissent place à de nouvelles formes d'innovation qui reposent sur l'ouverture et la collaboration entre l'entreprise et de multiples acteurs, tels que les fournisseurs, les utilisateurs (clients), les universités et les institutions de recherche qui détiennent des connaissances et des compétences (Chesbrough, 2003 ; West et Bogers, 2014), susceptibles d'accroitre la performance de l'innovation (Faems et al., 2005 et Nieto et Santamaría, 2007 ; Bodas Freitas et Fontana, 2018).

Il y a un intérêt grandissant pour la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation de produits ou services, surtout lorsque les informations sur les besoins sont coûteuses et complexes, et les connaissances sont tacites (von Hippel, 1994). Plusieurs études reconnaissent l'importance de l'intégration des informations, des connaissances, des conditions locales et des expériences d'usage des utilisateurs dans le processus d'innovation (von Hippel, 2005 ; Schreier et Prügl, 2008 ; Chesbrough, 2011 ; Bosch-Sijtsema et Bosch, 2015 ; Abrell et al., 2017) afin d'accélérer le développement de nouveaux produits (Vandenbosch et Clift, 2002), de réduire les coûts, les échecs du marché et les barrières de l'adoption (Gales et Mansour-Cole, 1995 ; Cooper et Kleinschmidt, 2000 ; Alam, 2006), d'améliorer la qualité de l'innovation et de favoriser son succès (Urban et von Hippel, 1988 ; Gruner et Homburg, 2000 ; Carbonell, 2009 ; Chatterji et Fabrizio, 2014 ; Cui et Wu, 2016).

Au-delà de ces contributions de la participation des utilisateurs, les travaux ont porté une attention particulière sur ce qu'ils peuvent gagner dans le processus d'innovation. La participation des utilisateurs dans le processus d'innovation leur procure divers bénéfices, tels que le plaisir, la reconnaissance, la réputation, l'apprentissage, l'usage de l'innovation (Jeppesen et Frederiksen, 2006 ; Nambisan et Baron, 2009 ; Moon et al., 2013 ; Lee et al., 2013 ; Candi et al., 2016) mais aussi le sentiment d'accomplissement (Franke et al., 2010) ou le renforcement de capacités (ex., autonomisation) (Dahl et al., 2015). Selon Nambisan et Baron (2009), les bénéfices perçus par les utilisateurs peuvent influencer leur motivation et leur probabilité de participation dans le processus d'innovation. Par ailleurs, l'autonomisation des utilisateurs peut parfois rendre plus complexe l'atteinte des objectifs de l'entreprise et des intérêts des autres parties prenantes à l'innovation (Hoyer et al., 2010).

Dans le contexte de l'agriculture, dans les pays en voie de développement, la participation des utilisateurs dans l'innovation est particulièrement cruciale. Dans plusieurs pays d'Afrique

subsaharienne, incluant le Mali, la participation des utilisateurs suscite beaucoup d'intérêt au niveau des projets d'innovation agricole afin de diminuer la complexité liée à la faible adoption des innovations agricoles dans ces régions (Matlon, 1990), et plus globalement, de lutter contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté (Shaw, 2002). Plusieurs auteurs considèrent la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation agricole, notamment l'innovation variétale, comme un outil nécessaire pour développer et diffuser de nouvelles technologies, et pour accroitre la diversité des technologies, telles que les variétés de semences de sorgho (Vaksmann et al., 2005 ; Bazile et al., 2006), ou encore pour favoriser l'adoption de ces nouvelles technologies (ex., Sissoko et al,. 2019). En effet, la participation des utilisateurs peut aussi servir à identifier les technologies les plus productives et les mieux adaptées aux conditions locales (Rattunde et al., 2013). En plus, elle donne aux utilisateurs la possibilité d'acquérir de nouvelles connaissances et de renforcer leur capital humain et social (Weltzien et al., 2008a ; Jones et al., 2014), tout en leur permettant de contribuer au processus d'innovation en termes d'informations sur leurs besoins et préférences et de connaissances locales (Vaksmann et al., 2005 ; Rattunde et al., 2009).

Malgré l'intérêt que les travaux en gestion de l'innovation portent sur la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation, il reste important de chercher à expliquer comment, quand, pourquoi et où cette participation est nécessaire (McKeen et al., 1994 ; Tidd et al. , 2018). Les études antérieures concernant les caractéristiques, les contributions et les bénéfices des utilisateurs dans le processus d'innovation sont peu développées (Brockhoff, 2003 ; Scheid Charue-Duboc, 2011) et se concentrent largement sur les contextes hautement technologiques du B2B (Business to Business) ou sur les communautés virtuelles dans le domaine des sciences de l'information. D'après Athaide et Klink (2009), elles sont souvent théoriques, ou se focalisent spécifiquement sur les utilisateurs pilotes en négligeant les autres utilisateurs (Magnusson, 2009). De plus, la plupart des études passées abordent séparément les caractéristiques des utilisateurs, leurs contributions et leurs bénéfices, et ne s'intéressent qu'à une partie ou pas du tout du processus d'innovation (Cui et Wu, 2018) sans prendre en compte l'ensemble d'un tel processus si complexe (Bosch-Sijtsema et Bosch, 2015).

Par conséquent, cette étude cherche à mieux comprendre la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation, en examinant ces éléments dans une démarche holistique. Plus précisément, cette étude vise deux objectifs spécifiques. D'une part, dans une perspective centrée « utilisateurs », nous explorons la participation en profondeur, en analysant les contributions, les bénéfices des utilisateurs sur l'ensemble des phases du processus

d’innovation. Ainsi, nous souhaitons comprendre qui sont les participants, comment ils contribuent à l’innovation, quels bénéfices ils tirent de la participation, à quelle phase du processus d’innovation, et avec quel mode de participation. D’autre part, nous voulons examiner les déterminants (socio-économiques, institutionnels ou géographiques) susceptibles d’influencer la probabilité des utilisateurs de participer aux activités d’innovation.

De ce fait, la méthode utilisée dans cette recherche se veut mixte, car elle combine les méthodes de recherche qualitative et quantitative pour répondre à plusieurs questions d’une même problématique. Ainsi avec cette étude, nous souhaitons apporter notre contribution à la littérature sur la participation des utilisateurs dans le champ de la gestion de l’innovation, en particulier dans le contexte de l’agriculture des PVD. Enfin, nos résultats pourraient guider les gestionnaires de l’innovation et les politiques et projets d'intensification durable de la production céréalière au Mali.

L’article est organisé comme suit. Les sections 2 et 3 traitent respectivement la revue de la littérature et le cadre d’analyse utilisé. Puis la méthodologie et les résultats de la première partie de notre problématique sont abordés dans la section 4. Ensuite, nous présenterons la méthodologie et les résultats de la deuxième partie de notre problématique dans la section 5. Les sections 6 et 7 donnent la discussion et la conclusion.

2. Revue de la littérature

La participation des utilisateurs dans l’innovation est un concept ambigu et complexe qui fait l'objet de multiples interprétations. Tout d'abord, le terme utilisateur peut désigner un client ou un consommateur de l’innovation, et peut représenter un individu, un groupe d’individus, une organisation ou encore une communauté (réelle ou virtuelle). Bogers et al. (2010) distinguent les utilisateurs qui pourraient utiliser l’innovation comme intrant dans leurs propres processus de production (utilisateurs intermédiaires) et les utilisateurs qui pourraient l’utiliser pour satisfaire leurs besoins personnels (utilisateurs finaux). Dans le contexte de l’agriculture, les utilisateurs de l’innovation agricole peuvent être à la fois dans ces deux catégories d’utilisateurs. De plus, le terme utilisateur dans notre contexte désigne le producteur agricole ou l’agriculteur. D’autre part, les termes participation, implication et engagement sont souvent vus dans la littérature sur la gestion de l’innovation comme des synonymes (ex., Hwang et Thorn, 1999). Cependant, Barki et Hartwick (1989) expliquent que la participation fait référence à des comportements ou des activités que les utilisateurs ou leurs représentants effectuent dans le

processus d'innovation, et l'implication est décrite comme un état psychologique subjectif qui reflète l'importance et la pertinence personnelle d'une innovation (système d'information en occurrence) pour l'utilisateur. Dans ce dernier cas de figure, il n'est pas nécessaire que les utilisateurs impliqués au processus réalisent des activités. L'engagement quant à lui, a souvent fait référence à l'assiduité des utilisateurs dans l'exercice de leurs activités et la continuité de leur participation au cours du temps dans le processus d'innovation (Habibipour et Bergvall-Kåreborn, 2016). Dans cette étude, nous utilisons l'expression « participation des utilisateurs » qui a été largement employé dans le cadre de l'approche participative (PPB : Participatory Plant Breeding), appliquée dans notre contexte de recherche, même si ces utilisateurs jouent un rôle actif dans plusieurs phases du processus d'innovation et pendant plusieurs années, ce qui peut paraitre comme un processus d'engagement. D'autant que ces utilisateurs ont pris des responsabilités, des engagements dans ce processus et réaliser plusieurs activités (Weltzien et al., 2008a).

Par ailleurs, les études existantes sur la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation peuvent être regroupées en deux principales perspectives (Fang, 2008 ; Bosch-Sijtsema et Bosch, 2015 ; Cui et Wu, 2018) : la participation passive et la participation active. La première perspective considère les utilisateurs comme source d'informations (Narver et Slater, 1995), alors que dans la seconde les utilisateurs sont des co-développeurs qui possèdent des connaissances de valeur (Urban et von Hippel, 1988 ; Lüthje, 2004). L'idée derrière cette seconde perspective a été largement abordée dans la littérature sur le marketing des services à travers le concept de co-création avec les utilisateurs (Vargo et al., 2008 ; Zwass, 2010). Cependant, il existe aussi des utilisateurs innovateurs (Bogers et al., 2010), par exemple lorsqu'ils modifient des produits existants ou développent de nouveaux produits indépendamment d'une entreprise ou organisation (Baldwin et von Hippel, 2011 ; Dahlander et Frederiksen, 2012). Dans notre étude, ce sont bien les deux formes de participation (passive et active) qui nous intéressent, puisque nous abordons la participation des utilisateurs dans l'ensemble du processus d'innovation de produit, qui est piloté par les institutions de recherche agricole.

Malgré l'importance accordée à la participation des utilisateurs dans l'innovation, plusieurs travaux empiriques (Knudsen, 2007 ; Faems et al., 2010) trouvent que la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation ne favorise pas la performance de l'innovation. Pour certains, les utilisateurs manquent de connaissances techniques, et de capacités pour formuler leurs besoins (Hamel et Prahalad, 1994). Travailler avec les utilisateurs peut limiter

l'exploration de nouvelles opportunités nécessaires à l'innovation radicale et peut seulement contribuer à l'innovation incrémentale (Christensen et Bower, 1996 ; Enkel et al., 2005), mais peut aussi exposer à des risques de confidentialité et d'opportunisme (Campbell et Cooper, 1999). Ceci montre une certaine ambiguïté dans la littérature autour de la participation des utilisateurs dans l'innovation. Une telle ambiguïté pourrait être expliquée par la présence de facteurs modérateurs tels que l'influence de la capacité d'absorption de l'entreprise dans la relation entre la participation des utilisateurs et la performance de l'innovation (Tsai, 2009). Pour Abrell et al. (2017). L'entreprise doit en effet avoir des capacités nécessaires pour acquérir et utiliser les connaissances des utilisateurs tout au long du processus d'innovation.

Dans une perspective « utilisateurs », un certain nombre de travaux ont tenté de comprendre la participation à travers certaines phases du processus d'innovation. D'une part, certains travaux ont étudié les contributions des utilisateurs à travers le processus d'innovation. Par exemple, Gruner et Homburg (2000) ont analysé l'impact de l'intensité de participation des utilisateurs dans le processus d'innovation, et ont trouvé que c'est dans la première et la dernière phase du processus d'innovation que la participation influence positivement le succès de l'innovation. Magnusson (2009) montre qu'une entreprise peut être inspirée par les idées provenant des utilisateurs au démarrage de l'innovation. Selon, Bosch-Sijtsema et Bosch (2015), les utilisateurs sont capables de contribuer à toutes les phases (pas seulement au début, ou à la fin) du processus d'innovation, surtout grâce à l'usage des TICs. Toutefois, Habibipour et Bergvall-Kåreborn (2016) ont révélé que les utilisateurs ne sont pas toujours engagés comme il faut, car ils ont tendance à abandonner les activités ou le projet avant terme. Et cela peut arriver à tout moment du processus d'innovation.

Certains auteurs pensent que l'importance de la participation ne doit pas seulement être évaluée dans une vision liée au bénéfice de l'entreprise. Ainsi ces auteurs proposent de regarder l'impact de la participation dans une perspective « utilisateurs », même s'il reste peu d'études sur la manière dont la participation peut affecter les utilisateurs eux-mêmes (Sopjani et al., 2016), surtout selon différentes phases du processus d'innovation. Par exemple, Bano et al. (2017) sont parmi les rares auteurs à avoir examiné l'évolution de la satisfaction des utilisateurs participants, au cours de différentes phases du processus d'innovation (cas de développement de logiciel). Dans leurs résultats, ils identifient deux principales dimensions de la satisfaction : l'une découle du processus de développement et l'autre se réfère au logiciel développé lui-même. Ainsi, les bénéfices que les utilisateurs tirent de leur participation dans le processus d'innovation seraient dynamiques et non statiques. Par ailleurs, pour comprendre les antécédents à la participation,

dans leur revue de la littérature, Cui et Wu (2018) identifient plusieurs études qui se sont intéressées aux caractéristiques individuelles des utilisateurs, telles que les traits de personnalité, les perceptions, l'appartenance à des réseaux sociaux, la disponibilité de ressources locales, ou encore l'expérience de participation. En effet, ces facteurs sont susceptibles d'influencer la probabilité de participation et la capacité de contributions et d'innovations des utilisateurs (Cui et Wu, 2018).

3. Cadre d'analyse de la recherche

Pour une meilleure compréhension de la participation des utilisateurs, Cavaye (1995) propose six dimensions à prendre en compte, dont cinq semblent particulièrement pertinentes pour notre problématique. Il s'agit : (1) de l'influence de la participation, (2) du type de participants, (3) du degré ou mode de participation, (4) de l'étendue de la participation, et (5) du contexte formel ou informel de la participation (dans notre cas, c'est bien un contexte formel d'innovation). Notre étude s'inscrit pertinemment dans cette logique puisque nous essayons d'examiner (1) les contributions et les bénéfices de la participation en fonction (2) des types d'utilisateurs, (3) des modes de participation et selon (4) les phases du processus d'innovation, (5) dans un contexte formel d'innovation agricole. Plus précisément, dans la littérature, différentes phases du processus d'innovation ont été étudiées, comme différents modes de participation ont été proposés. Par exemple, Bano et Zowghi (2015) donnent trois principaux modes de participation des utilisateurs : informative (fournir et recevoir des informations), consultative (commenter quelque chose déjà prédéfinie) et participative (prendre part aux activités et à la prise de décision). Dans le contexte de l'innovation agricole (variétale), Johnson et al. (2000) ont proposé un cadre d'analyse pour examiner la participation qui combine les phases du processus d'innovation, les modes de participation, les contributions et les bénéfices de la participation. Ce qui nous semble utile pour notre recherche. Par conséquent, dans une perspective « utilisateurs », nous nous appuyons sur la revue de la littérature, sur la proposition de Cavaye (1995) et sur le cadre d'analyse de Johnson et al. (2000), pour traiter la première partie de notre problématique de recherche qui porte sur qui sont les participants, comment ils contribuent à l'innovation, quels bénéfices ils tirent de la participation, à quelle phase du processus d'innovation, et avec quel mode de participation. Pour la seconde partie, qui se réfère à l'examen des caractéristiques susceptibles d'influencer la probabilité de participation des utilisateurs, nous nous basons sur les travaux relatifs aux antécédents de la participation.

Selon Johnson et al. (2000), le processus d'innovation comprend trois phases clés : la conception, les essais et la diffusion.

Phase de conception. Cette phase permet l'identification des problèmes, des besoins et préférences des utilisateurs, et de fixer les objectifs et les priorités du projet. Elle inclut aussi le développement proprement dit, lequel est généralement conduit par les scientifiques notamment dans le cas de l'innovation agricole variétale (Sperling et al., 2001). Cependant, elle peut influencer toutes les phases du processus d'innovation (Johnson et al., 2003). Dans cette recherche, nous utilisons le terme initiation (à la place de conception) qui regroupe principalement l'identification des problèmes, des besoins et préférences des utilisateurs et la définition des objectifs et les priorités.

Phase d'essais. Cette phase concerne la conduite des essais par les utilisateurs des innovations développées et leurs évaluations. A l'issue des évaluations, les innovations sélectionnées peuvent être proposées à la diffusion. Cette phase d'essais peut prendre plusieurs années (Lilja et al., 2001). Dans cette étude nous considérons la phase d'essais comme étant une composante du processus de développement dans laquelle les utilisateurs participent activement.

Phase de diffusion. Il s'agit ici de sensibiliser les utilisateurs par rapport aux innovations trouvées et de rendre ces dernières accessibles. Cette phase peut couvrir la démonstration, et l'identification d'un système de production et de distribution de ces innovations.

Dans toutes ces phases, les utilisateurs participants peuvent contribuer et bénéficier du processus. Cependant, les bénéfices ne semblent se concrétiser qu'à partir de la phase des essais, selon Johnson et al. (2000).

S'agissant des modes de participation, Johnson et al. (2000) en ont été identifiés principalement trois : la participation consultative, la participation collaborative et la participation collégiale. Cette typologie enrichie celle de Bano et Zowghi (2015), en la complétant par la dimension collégiale. Ces modes de participation expriment généralement les niveaux de pouvoir de décision des utilisateurs (Lilja et Ashby, 1999). En effet, dans la participation consultative, les utilisateurs n'ont aucun pouvoir de décision, même si des informations ou des commentaires sont recueillis auprès d'eux. La participation collaborative permet une participation des utilisateurs aux activités d'innovation et une prise de décision conjointe entre les utilisateurs et les autres acteurs concernés. En revanche, dans la participation collégiale, il appartient exclusivement aux utilisateurs, collégialement, de prendre les décisions. Les scientifiques (ou

les entreprises) peuvent simplement leur donner des conseils pour faciliter la prise de ces décisions.

Ainsi selon Johnson et al. (2000), à la phase de conception, les scientifiques peuvent, grâce à l'interaction avec les utilisateurs, mieux comprendre les attentes et les priorités de ceux-ci. Lors des essais, les scientifiques apprennent des connaissances techniques et des critères d'évaluations des utilisateurs. La phase de diffusion permet aux scientifiques de comprendre les comportements d'adoption de l'innovation et les canaux de diffusion des utilisateurs. De même, à différentes phases du processus d'innovation, les utilisateurs peuvent tirer des bénéfices de leur participation. Par exemple, ils peuvent bénéficier de la prise en compte de leurs besoins lors de la phase d'initiation, du renforcement de leurs capacité d'innovation lors des essais, ou encore avoir rapidement accès à une nouvelle technologie dans la phase de diffusion (Johnson et al., 2000). La littérature existante classe les bénéfices de la participation en deux catégories principales (Johnson et al., 2000 ; Bano et al., 2017) : 1) bénéfice lié à l'innovation elle-même (fonctionnelle), lequel est directement associé aux caractéristiques et à l'adoption de la future technologie et ; 2) bénéfice lié au processus d'innovation (*empowering*), par exemple lequel peut découler du renforcement de capacité des utilisateurs participants.

Nous adaptons ce cadre de Johnson et al. (2000) par l'analyse des types d'utilisateurs.

4. Déroulement de la participation

Afin de mieux cerner la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation, nous utilisons une méthode de recherche mixte, en combinant une méthode quantitative et une méthode qualitative (Johnson et al., 2007). En effet, la méthode mixte peut être employée pour traiter différents aspects d'une même problématique (Creswell et al., 2014). Tel est le cas dans notre recherche. Ainsi, les résultats obtenus peuvent se compléter et permettent de mieux comprendre le phénomène étudié (Morse, 1991 ; Johnson et al., 2007).

Dans cette première partie de l'étude, nous voulons en savoir davantage sur le déroulement de la participation. Plus précisément, l'objectif est d'analyser les contributions et les bénéfices de la participation en fonction des types d'utilisateurs, des phases du processus d'innovation et des modes de participation, en s'appuyant sur une méthode de recherche qualitative.

4.1 Méthodes

Nous avons adopté une méthode d'étude de cas d'innovation pour mener notre étude empirique. L'étude de cas permet d'examiner de manière profonde et riche le phénomène étudié dans un contexte réel (Eisenhardt et Graebner, 2007; Yin, 2009). Notre cas porte sur un vaste programme au Mali, axé sur la céréale sorgho, lancé depuis début 2000 et piloté par l'institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides (ICRISAT) en collaboration avec le centre national de recherche agricole (IER : institut d'économie rurale), incluant plusieurs projets, financés par des bailleurs comme la fondation Mc Night et autres partenaires (voir annexe F), dans la savane soudanienne du Mali. Ce programme avait deux principaux composants : le développement et l'amélioration des variétés de sorgho ainsi que le renforcement des capacités de production et de commercialisation des semences des variétés trouvées. Puisque le sorgho est une denrée alimentaire de base au Mali, toute innovation variétale peut accroitre sa productivité et sa commercialisation, et donc jouer un rôle important dans la lutte contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté. D'après FAOSTAT (2019), près du quart des superficies cultivées à la grandeur du pays sont allouées au sorgho.

4.1.1 Sélection du cas

Le choix du cas a été fait en tenant compte des questions auxquelles nous cherchons à répondre, et résulte des premiers entretiens que nous avons effectués auprès des institutions de recherche, des organisations d'utilisateurs et des ONGs à Bamako, la capitale malienne, avant de nous rendre dans les zones d'exécution des projets. Ces rencontres ont eu lieu entre octobre et décembre 2015, ce qui nous a permis de prendre connaissance des différents projets d'innovation ainsi que des principaux acteurs impliqués. Ainsi, nous avons choisi le cas d'innovation variétale de sorgho au regard de son ampleur (voir en annexe F les différents projets). Plus précisément, cette sélection a été faite sur base d'un ensemble de critères (Yin, 2009), notamment l'importance de l'innovation, la durée de l'expérience de participation des utilisateurs dans les projets, la capacité organisationnelle des utilisateurs à collaborer avec les acteurs externes et à accéder aux marchés. En effet, le cas sorgho semble trouver son unicité dans la longue expérience de collaboration qu'ont accumulée les utilisateurs dans les activités d'innovation variétale de céréale au Mali.

4.1.2 La collecte et analyse des données

Nous avons employé plusieurs techniques pour collecter les données : les entretiens semi-structurés, les focus groups, la documentation et l'observation non participante. Cette diversité de sources, dont le but est d'obtenir une triangulation des données, permet d'assurer la fiabilité des résultats. L'observation et les focus groups ont servi à vérifier les données récoltées. La collecte de documents a eu lieu pendant les entretiens. Elle concernait les statuts et règlements des organisations d'utilisateurs, les rapports d'activités et annuels de ces organisations, les rapports sur les projets d'innovation, les cahiers de charge, les photos des activités du processus d'innovation, et les publications scientifiques liées à ces projets, etc. En plus nous avons interviewés les acteurs (scientifiques, services techniques, membres des organisateurs d'utilisateurs, utilisateurs individuels, agents d'ONG) qui ont été directement impliqués dans les projets d'innovation. A cela s'ajoutent les entretiens avec les personnes ressources. Nous appelons personnes ressources des individus qui n'ont pas participé à ces projets, mais qui ont une expertise avérée dans le domaine agricole au Mali. Cette diversité d'acteurs permet d'enrichir le contenu et d'éviter le biais cognitif qui pourrait affecter le raisonnement des individus (Eisenhardt et Graebner, 2007).

La conduite des entretiens individuels a nécessité la réalisation de guides d'entretien (voir annexe D). Ces guides ont été, à chaque fois, adaptés en fonction des répondants. Les questions posées étaient sur le déroulement du processus d'innovation : l'objectif du projet, l'importance de la participation des utilisateurs et les organisations d'utilisateurs, les rôles qu'ils ont joués, mais aussi les bénéfices qu'ils ont pu tirer de cette participation, y compris l'adoption et l'accès au marché. La plupart de ces thèmes ont été reconduits lors des focus groups. Au total nous avons réalisé une cinquantaine d'entretiens (et 2 focus groups). L'ensemble de ces entretiens a été effectué entre octobre 2015 et février 2016, dans un climat d'insécurité au Mali. Les entretiens ont duré entre 15 mn et 1h30 mn, une trentaine a été enregistrée via un dictaphone. Deux langues ont été employées pour mener ces entretiens : *français* & *bambara*. Nous avons initialement soumis auprès de quelques scientifiques et utilisateurs les guides d'entretien aux tests de compréhension et de langue. A l'issue de ces tests, certaines questions ont été simplifiées pour les adapter à la compréhension des répondants, et nous avons amélioré notre traduction du français au bambara.

Nous avons commencé par des entretiens auprès des scientifiques dans les institutions de recherche et des personnes ressources pour mieux choisir les cas et les sites, puis nous avons

réalisé les entretiens avec les organisations d'utilisateurs et les utilisateurs et, enfin, nous avons terminé par de nouveaux entretiens avec les scientifiques pour éclairer des points qui ont émergé avec les utilisateurs. De plus, un retour sur le terrain, dans la zone de Siby, a été effectué pour restituer les résultats préliminaires. Cette approche d'analyse itérative a permis de valider notre interprétation des données. Le tableau 13 présente le profil et localisation des organisations et des individus interviewés dans différentes localités au Mali.

Tableau 13. Profil et localisation des organisations et des individus interviewés

Organisation	**Profil de répondant**	**Nombre**	**Lieu**
ULPC	Membre de direction des organisations d'utilisateurs	2	Dioila
ULPC, COMPROSEM	Utilisateur	21	Siby, Tonga, Magnabougou, Wakoro, Sehun-foulala, Banco, Téguéré et Séribila
AOPP	Membre de direction des organisations d'utilisateurs	3	Bamako et Siby
IER	Scientifique	8	Bamako
ICRISAT	Scientifique	2	Bamako
CIRAD	Scientifique	1	Bamako
ONG AMEDD	Agent	3	Koutiala
ONG SNV	Personne Ressource	5	Bamako
DNA	Personne Ressource	5	Bamako
	T*otal*	50	

Dans cette étude nous adoptons un raisonnement abductif, en effectuant des allers-retours entre la théorie et le cas étudié. En effet, avant la sélection du cas nous avions pu construire nos fondements théoriques avec notre revue de la littérature. Bien que l'étude de cas porte sur les projets d'innovation qui sont bornés par le contexte du sorgho et les acteurs qui les ont exécutés, deux principales unités d'analyse ont été choisies dans cette étude : les utilisateurs individuels et les organisations d'utilisateurs. Les données ont été retranscrites en français, puis codées et analysées sous NVivo, un logiciel d'analyse qualitative de données, afin de faciliter l'analyse et de renforcer la fiabilité des résultats (Atwell et al., 2009). En effet, nous avons utilisé la technique d'analyse de contenu thématique (Miles et Huberman, 2003), qui consiste à : 1) créer des thèmes et ses sous-catégories (qui correspondent à des nœuds dans NVivo) basés sur notre cadre conceptuel de recherche ; 2) repérer les thèmes créés en parcourant toutes les données. Cependant, de nouveaux thèmes ont émergé des données. En d'autres termes, afin de lier nos données au cadre d'analyse, nous avons d'abord encodé la structure du cadre d'analyse en

plusieurs nœuds et sous-nœuds dans NVivo (phases de l'innovation, type d'utilisateur, mode de participation, contributions et bénéfices) qui correspondent à nos thèmes et ses sous-catégories. Puis, nous avons associé les parties dans les données qui se réfèrent à ces nœuds.

4.2 Résultats

Tout d'abord, l'analyse des données a permis de retrouver les trois principales phases du processus d'innovation dans lesquelles les utilisateurs participent (Johnson et al., 2000) : initiation, essais et diffusion. Elle a aussi mis en évidence que le processus n'est pas linéaire, mais itératif (des retours en arrière étant possibles).

4.2.1 Phase d'initiation

Dans la discussion avec nos interlocuteurs, il ressort que le pouvoir décisionnel est détenu, à la phase d'initiation, par les scientifiques. Ce faisant, ces derniers sont néanmoins au courant des préoccupations du monde agricole, car les utilisateurs nous disent avoir fourni des informations sur leurs besoins et leurs préférences, sur les conditions locales de culture ainsi que sur les matériels locaux dont ils disposent, au démarrage du processus d'innovation. Ceci correspond à une participation passive. A ce stade, la participation peut donc être caractérisée comme consultative ou informationnelle avec une communication essentiellement unidirectionnelle, comme le souligne l'extrait suivant :

> *« L'intervention du paysan, c'est le fait qu'on va chez lui, connaitre ce qu'il veut, et prendre sa variété locale ».* [Scientifique]

Les interviews mettent aussi en évidence que la participation (passive), à l'initiation, peut octroyer un bénéfice aux utilisateurs, lié aux caractéristiques de l'innovation, du fait de la prise en compte de leurs besoins, matériels locaux et priorités, comme en témoigne la citation suivante :

> *« Puisqu'il y a les gènes de leur variété ancienne dans la nouvelle, cela facilite l'adaptation à la zone climatique ». [Scientifique]*

L'analyse des données à un niveau organisationnel révèle qu'en facilitant la circulation des informations sur les projets et les objectifs, les contributions des organisations d'utilisateurs semblent importantes à l'initiation, d'après un rapport de l'ICRISAT :

> *« Durant les deux premières années du projet, les organisations d'utilisateurs ont été impliquées pour expliquer les objectifs du projet aux communautés, (…) ». [Rapport ICRISAT, 2008a]*

4.2.2 Phase d'essais

Nos interviews mettent en évidence que cette phase se différencie de l'initiation par la nature active de la participation et par la nature de la communication, qui devient bidirectionnelle. Ici, des rôles et des responsabilités sont confiés aux utilisateurs, leurs voix comptent, surtout dans les activités de tests, d'évaluations au champ et dans la cuisine, où ils voteront pour les variétés de leur choix. Ainsi, le mode de participation dans cette phase des essais tend à être collaboratif. Concrètement, nos résultats montrent que les contributions des utilisateurs sont cruciales dans cette phase, car la conduite des tests dans leur milieu local permet de voir l'adaptation et le comportement des variétés testées. L'analyse des données a aussi révélé que les utilisateurs possèdent des connaissances liées aux caractéristiques de l'innovation, aux techniques de culture, aux conditions locales de culture et à l'usage, comme indiquent les témoignages suivantes :

> *« La recherche nous apporte des variétés nouvelles, et on les teste d'abord sur des parcelles d'essais. Tout le village est convié aux évaluations au champ. Après les variétés qui ont reçu plus de voix sont retenues. Ensuite, c'est le test culinaire qui est organisé ». [Président, organisation d'utilisateurs]*
>
> *« Leur contribution à l'activité, c'est de donner leur idée, leur compétence, leur parcelle, leur temps et énergie ». [Scientifique]*
>
> *« Le milieu paysan est un milieu très complexe. (...), il faut être là-bas pour le comprendre. Tout cela influence l'innovation ». [Scientifique]*

En termes de contributions, les femmes semblent avoir surtout des connaissances, en particulier, dans les évaluations culinaires, grâce à leurs expériences d'usage. En effet, l'appréciation du goût et des difficultés liées à la transformation revient aux femmes pour mieux évaluer les nouvelles variétés. Dans cette zone, l'observation des variétés et la sélection des semences au champ restent largement l'affaire des hommes, surtout des chefs de ménage. Cependant, il ressort que des informations intéressantes peuvent découler des conditions spécifiques de cultures (sorgho en association avec d'autres cultures) pratiquées généralement par les femmes dans leur parcelle individuelle. Même si les femmes ont été encouragées à participer aux projets, surtout dans cette phase d'essai, comme le montre l'extrait suivant, cette participation semble encore faible.

> *« Les groupes de femmes sont maintenant pleinement engagés dans les essais dans plusieurs villages, et ont apporté des informations intéressantes spécifiques à leurs conditions de culture (culture en association) ». [Rapport ICRISAT, 2012b]*

En termes de bénéfices de la participation, les utilisateurs (y compris les femmes) nous révèlent qu'ils apprennent de nouvelles connaissances sur le comportement des variétés testées, grâce aux feedbacks des scientifiques (restitution), et qu'ils renforcent leur capital social, pour la bonne conduite des activités. Plusieurs utilisateurs nous disent avoir eu des échanges directs avec les scientifiques lors des différentes visites de champs d'essais et de la restitution. En plus, plusieurs utilisateurs auraient échangé et fait connaissance avec d'autres utilisateurs venant des villages voisins lors des journées paysannes, pendant lesquelles les utilisateurs participants et non participants aux essais étaient conviés aux évaluations. Plusieurs de nos interlocuteurs se sont exprimés ainsi :

> *« On nous a appris des techniques culturales pour la conduite des essais ». [Utilisatrice]*
>
> *« Dans les essais, on passe environ entre 3 et 5 ans sur un lot de variétés. Cela nous permet de connaitre tous les comportements des variétés ». [Animateur, organisation d'utilisateurs]*
>
> *« Les évaluations au champ peuvent permettre aux gens d'échanger, de faire connaissance car les personnes d'autres villages peuvent venir ». [Président, organisation d'utilisateurs]*
>
> *« Chaque année on fait une restitution pour rendre compte du travail réalisé, et leur explique la prochaine étape ». [Scientifique]*

En plus, l'intérêt de la participation pour les utilisateurs est de pouvoir vérifier si les technologies sont appropriées. Il ressort de l'analyse des données que plusieurs utilisateurs ont commencé à adopter les nouvelles variétés dès la phase d'essais, comme le montrent les extraits suivants :

> *« L'intérêt d'avoir les tests dans son champ, c'est d'avoir de bonnes semences et être parmi les premiers à les avoir, (...) ». [Animateur, organisation d'utilisateurs]*
>
> *« Les activités d'essais dans les villages semblent avoir favorisé la diffusion de semences de ces nouvelles variétés ». [Rapport ICRISAT, 2008b]*

Au niveau organisationnel, les contributions des organisations d'utilisateurs paraissent aussi importantes dans cette phase. Elles apparaissent comme un acteur d'interface et de facilitation en coordonnant les activités entre les utilisateurs, et entre les utilisateurs et les partenaires externes. Elles assurent le conseil, la formation et la supervision des utilisateurs. Ce rôle est aussi porté par les ONG dans certaines zones de l'étude. Ce rôle d'interface est habituellement assuré par les services techniques publics, qui semblent depuis longtemps perdre du terrain, comme en témoignent les citations suivantes :

> *« Avant, c'était un agent mandaté par la recherche qui venait faire le suivi des essais dans les communes. Avec la mise en place des organisations d'utilisateurs, on a demandé à ce que les animateurs locaux puissent être formés pour prendre la relève. Ce transfert de compétence*

permettait aux locaux d'être autonomes dans la réalisation des essais variétaux ». [Animateur, organisation d'utilisateurs]

« Les organisations d'utilisateurs ont la responsabilité de toutes les activités de formation et de visites d'échanges ». [Rapport ICRISAT, 2011b]

En termes de bénéfices, selon nos interviews, grâce à l'approche participative, les organisations d'utilisateurs ont acquis de nouvelles capacités en termes d'expérimentation et de finance, comme le racontent nos interlocuteurs :

« Dans notre contrat avec les organisations d'utilisateurs, on fait en sorte qu'elles recrutent un technicien pour s'assurer que les tests se font dans les bonnes conditions. On leur forme et on leur donne beaucoup de matériels ». [Scientifique]

« Nous avons également eu la formation sur la recherche participative : comment faire l'évaluation variétale (les critères), l'installation des parcelles ». [Agent, organisation d'utilisateurs]

4.2.3 Phase de diffusion

Pour la phase de diffusion, il semble émerger, dans les interactions, l'idée d'un mécanisme de diffusion et de commercialisation approprié, qui se base essentiellement sur les utilisateurs et les organisations d'utilisateurs. Cette dernière phase est à la fois collégiale dans la mesure où les utilisateurs collaborent entre eux, en ayant seulement les partenaires externes comme supports. Nos résultats montrent que les utilisateurs sont impliqués dans la production et la diffusion à grande échelle des semences des nouvelles variétés qu'ils auraient choisies. Plusieurs utilisateurs nous disent avoir utilisés leurs réseaux sociaux pour la diffusion d'informations et le conseil. Il a été aussi reconnu par les interlocuteurs que les utilisateurs détiennent des connaissances dans l'usage de ces technologies. Les interlocuteurs nous les expliquent en ces termes :

« Le paysan a une connaissance. Pour le stockage et la conservation, les paysans ont leur propre technique (…) ». [Scientifique]

« Ils peuvent nous avancer de très bonnes idées, surtout dans le traitement des semences (…) ». [Scientifique]

Dans cette phase, les utilisateurs bénéficient des conseils et formations relatifs aux bonnes pratiques de production des nouvelles semences, comme souligné dans les extraits suivants :

« La formation que j'ai reçue (…) m'a beaucoup servi et j'ai même formé d'autres producteurs (…) ». [Utilisateur]

« L'équipe a réalisé une formation sur la production des semences (…), les hommes et leurs épouses ont tous participé ». [Rapport ICRISAT, 2010b]

De plus, les utilisateurs racontent obtenir de nouvelles variétés appropriées, disponibles et accessibles. Ce qui semble stimuler leur adoption. Il ressort qu'en plus de ces bénéfices, il y a l'amélioration de la biodiversité des espèces végétales vue la diversité des variétés développées et adoptées. Toutefois, les données montrent que le peu de femmes participantes aux activités ont accès aux nouvelles semences par le biais de leur mari. Cela attire l'attention, une fois de plus, sur le manque de pouvoir de décision des femmes concernant l'adoption de variétés dans les exploitations agricoles maliennes, même si elles participent dans la mise en œuvre de ces variétés. Ceci est souligné par les citations suivantes :

> *« L'organisation (d'utilisateurs) nous a fait appel pour produire les semences. J'étais la seule femme, sinon tous les autres sont des hommes ». [Utilisateur]*
>
> *« La majorité des femmes participantes (60 à 65%) reçoivent des semences de leurs maris (…) ». [Rapport ICRISAT, 2011b]*
>
> *« Grace au projet, on peut dire que notre patrimoine de variétés a augmenté. Il y a plus de choix dans les variétés ». [Utilisateur]*
>
> *« La commercialisation des semences a tendance à servir les producteurs situés en dehors des zones du projet ». [Rapport ICRISAT, 2012b]*

En plus de leur connaissance générale du milieu agricole, les organisations d'utilisateurs ont des compétences tournées vers le marché. Lors de la diffusion, elles ont la charge des activités du contrôle de qualité et de commercialisation des semences des nouvelles variétés. Elles informent, supervisent et coordonnent ces activités entre les utilisateurs et entre les utilisateurs et les partenaires externes. La commercialisation des semences par l'action collective, à une organisation d'utilisateurs, est une révolution dans ces zones, car traditionnellement les semences pouvaient se donner ou s'échanger, mais la vente était interdite par les normes sociales, comme en témoignent les extraits suivants :

> *« On espère qu'en collaborant avec les organisations d'utilisateurs, cela va permettre d'exploiter les systèmes traditionnels de diffusion des semences, (…) ». [Rapport ICRISAT, 2009b]*
>
> *« Les organisations d'utilisateurs jouent un rôle important surtout pour la diffusion des semences et leur commercialisation. Alors que dans le système traditionnel, (…) les gens n'ont pas normalement le droit de demander de l'argent pour les semences. Une des solutions, c'est de faire la commercialisation via les coopératives, (…) ». [Scientifique]*

Dans cette phase, les organisations d'utilisateurs ont bénéficié de budgets, de nouvelles capacités en termes de production, de gestion, de marketing et de négociation sur le marché. Ceci peut favoriser leur autonomisation sur le plan économique. En plus, les interactions avec les institutions de recherche ont permis de mettre en relation certaines organisations

d'utilisateurs avec de nouveaux partenaires commerciaux (comme le PAM – Programme Alimentaire Mondial), comme le montrent les extraits suivants :

> *« On a été formés aux stratégies de marketing, aux techniques de production. Tout cela est appris grâce aux partenaires. On a fait aussi des visites d'échanges (...) pour aller à la rencontre d'autres organisations, aussi la participation à des ateliers sous-régionaux ». [Agent, organisation d'utilisateurs]*
>
> *« A travers ces projets d'amélioration variétale (...), l'organisation (d'utilisateurs) a eu la chance d'être partenaire avec le PAM depuis 2010. Ceci est une opportunité de marché ». [Agent, organisation d'utilisateurs]*

5. Déterminants de la participation

Dans cette deuxième partie de l'étude, qui porte sur les déterminants de la participation, notre objectif vise à examiner les facteurs influençant la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation, en faisant recours à une méthode de recherche quantitative.

5.1 Méthodes

Pour la partie quantitative, nous avons eu recours aux données collectées par l'IER entre 2014 et 2015 dans le cadre du projet GISAIA (*Guiding Investments in Sustainable Agricultural Intensification in Africa*) dans la savane soudanienne du Mali. Ces données sont issues d'un recensement de toutes les exploitations agricoles (2430) produisant du sorgho dans 58 villages, où des utilisateurs et leurs organisations ont collaboré activement avec l'ICRISAT et l'IER, pendant plusieurs années, dans les activités d'essais et de production de semences de nouvelles variétés de sorgho. En plus des données de recensement, a été utilisée une base de sondage approfondie de 628 exploitations agricoles, laquelle renseignait sur les caractéristiques socio-économiques, institutionnelles et biophysiques des exploitations agricoles. La combinaison de ces deux sources de données nous a donné un échantillon de 1859 utilisateurs, qui ont répondu à la question (oui ou non) sur une éventuelle participation aux activités d'innovation. En effet, l'analyse de la participation se fait au niveau des utilisateurs individuels appartenant à des exploitations agricoles. Le logiciel STATA a été utilisé pour l'analyse de l'échantillon et pour l'estimation du modèle économétrique ci-après.

5.1.1 Modèle économétrique

Le modèle probit a été employé pour identifier les facteurs affectant la participation des utilisateurs dans les activités d'innovation variétale dans la savane soudanienne au Mali. Ce modèle a été choisi du fait de la nature binaire et observable de la variable dépendante (la participation), mais aussi du caractère normal de la distribution (Zakaria, 2016). Selon Kouassi (2009), lorsque la variable dépendante, discrète, n'est pas une transformation d'une variable continue, donc observable sur le terrain, le modèle probit est préférable au modèle logistique.

Le modèle probit est alors donné comme suit :

$$Y_{ij} = \beta X_{ij} + \varepsilon_{ij}, \qquad (1).$$

La participation de l'utilisateur i appartenant à l'exploitation j, est mesurée par Y_{ij}, laquelle prend la valeur 1 pour l'utilisateur participant et 0 pour le non-participant. Ainsi, l'analyse de la participation se fait au niveau des utilisateurs individuels appartenant à des exploitations agricoles. Le vecteur des variables explicatives et le vecteur de paramètres associés sont respectivement représentés par X_{ij} et β. Le terme d'erreur ε_{ij} exprime les caractéristiques non observées dans l'équation (1).

5.1.2 Variables explicatives

Le tableau 14 présente les facteurs susceptibles d'influencer la participation des utilisateurs dans les activités d'innovation variétale. La plupart de ces facteurs ont été démontrés comme importants pour la participation dans le processus d'innovation variétale (voir Smale et al., 2010 ; Olarinde et al., 2017) ou pour le partage d'informations sur les technologies agricoles en général (Katungi et al., 2008).

Les caractéristiques individuelles retenues sont l'âge et le genre. La variable âge peut être associée à l'expérience agricole de l'utilisateur. De plus, le genre est aussi une variable intéressante. Il est largement reconnu que les femmes ont un accès plus limité aux ressources et à l'information sur les inputs agricoles que les hommes (Quisumbing et Pandolfelli, 2010) et ont tendance à avoir moins d'accès aux services de vulgarisation (Theriault et al., 2017).

Le capital social est aussi pris en compte. Le nombre total de responsabilités passées et actuelles occupées par l'utilisateur dans le village est utilisé comme un indicateur du capital social. Selon Katungi et al. (2008), le capital social augmente la probabilité de partage d'informations. Au

Mali, les relations au sein des familles élargies, entre voisins, et au-delà, souvent basées sur la confiance et les liens de parenté, contribuent au partage d'informations agricoles (Coulibaly et al., 2014). Les utilisateurs ayant un capital social élevé seront probablement plus facilement au courant des activités des projets. Ils peuvent partager leurs expériences de participation dans les activités d'innovation avec d'autres, ce qui peut motiver ces derniers à y participer à leur tour.

Selon Bellon et Morris (2002), la participation des utilisateurs dans l'innovation variétale exige que les utilisateurs aient accès à des ressources, comme la terre, la main-d'œuvre, le temps, et/ou le capital. Dans notre étude, le niveau de main-d'œuvre et d'actifs dans le ménage indiquent le niveau de ressources disponibles dans le ménage. Par ailleurs, les variables d'accès au marché sont exprimées à travers la proportion d'utilisateurs membres d'organisations dans le village et la présence de marché hebdomadaire dans le village. Enfin, quant aux facteurs physiques, il s'agit de la localisation des parcelles de l'exploitation agricole par rapport au domicile ainsi que la situation géographique du village par rapport au centre de recherche (ICRISAT).

Tableau 14. Définitions et statistiques des variables

Variable	Définition	Moyenne ou %
Participation	1 si l'utilisateur participe aux activités d'innovation variétale de sorgho, 0 sinon	5.5%
Caractéristiques individuelles		
Femme	1 si l'utilisateur est une femme, 0 sinon	48.8%
Age	âge de l'utilisateur compris entre 40-55 ans	16.7%
Variable capital social		
Responsabilités occupées	nombre de responsabilités que l'utilisateur a occupées dans le village	0.055
Caractéristiques du ménage		
Main-d'œuvre disponible	nombre de personnes actives (12-55 ans) par hectare dans le ménage	1.239
Actifs du ménage	valeurs des biens par tête dans le ménage (hors bétails) (ln francs cfa)	14.0
Caractéristiques physiques		
Localisation champ	distance moyenne en km parcourus entre le domicile et les parcelles	1.608
Localisation village	distance en km parcourus entre le village et le centre de recherche	135.6
Accès au marché		
Adhésion à une organisation	proportion d'utilisateurs membres d'une organisation dans le village	39.45
Marché hebdomadaire	1 si il existe un marché hebdomadaire dans le village, 0 sinon	30.9%

Note : % pour les variables binaires. n=1859

5.2 Résultats

Dans cette partie, nous présentons les résultats de l'analyse économétrique examinant les facteurs affectant la probabilité de participation des utilisateurs dans l'innovation variétale de sorgho dans la zone soudanienne au Mali (tableau 15).

L'analyse des statistiques descriptives (voir tableau 14) présente un échantillon de 1859 utilisateurs, dont 102 utilisateurs participant dans les activités d'amélioration variétale de sorgho, et 1757 utilisateurs qui n'ont pas pris part à ces activités. L'ensemble de ces utilisateurs appartiennent à 212 exploitations agricoles. La superficie moyenne des champs que possèdent

ces exploitations est de 10 hectares. La majorité des utilisateurs participants appartient à la classe d'âge 40-55 ans, suivie par les moins de 25 ans. Cela explique que les exploitations agricoles sont souvent représentées dans les activités d'amélioration par des utilisateurs très expérimentés, lesquels sont souvent chefs de ménage, mais aussi par de très jeunes, qui peuvent être mandatés. L'analyse du genre révèle que près de la moitié (48.8%) des utilisateurs recensés sont des femmes. Cependant, elles ne représentent que 28.4% parmi les utilisateurs participants. En outre, environ 69.1% de utilisateurs recensés n'ont pas accès à un marché hebdomadaire dans leur village, ce taux est 80.4% pour les participants et 68.4% pour les non-participants. En ce qui concerne la localisation, la distance moyenne entre le domicile et les parcelles est un peu plus longue chez les non-participants (1.626 km) que chez les participants (1.288 km). Les villages se trouvent (à vol d'oiseau) en moyenne à 135.6 km du centre de recherche (ICRISAT).

Tableau 15**.** Résultats du modèle Probit

	Participation ***Probit simple***	**Participation** ***Effets marginaux***
Femme	-0.374***	-0.0361***
	(0.111)	(0.0109)
Age (40-55 ans)	0.527***	0.0508***
	(0.119)	(0.0118)
Responsabilités occupées	0.568***	0.0548***
	(0.120)	(0.0117)
Main-d'œuvre disponible	-0.321***	-0.0310***
	(0.0875)	(0.0086)
Actifs du ménage	-0.0120	-0.0012
	(0.0603)	(0.0058)
Localisation champ	-0.0874*	-0.0084*
	(0.0454)	(0.0044)
Localisation village	-0.0015**	-0.0001**
	(0.0007)	(0.0001)
Adhésion à une organisation	1.0096***	0.0974***
	(0.273)	(0.0268)
Marché hebdomadaire	-0.381***	-0.0368***
	(0.1289)	(0.0126)
Constante	-1.0855	
	(0.871)	
LR chi2	108.15	
p-value	0.0000	
Log likelihood	-341.16217	
Nombre obs.	1859	

* p<0.1, ** P<0.05, *** p<0.01

Concernant les caractéristiques individuelles, les résultats de l'analyse économétrique ont très significativement montré que les femmes ont moins de chance de participer aux activités d'amélioration variétale de sorgho que les hommes, comme attendu. La probabilité de participation décroit de 0.0361 point lorsque l'utilisateur est une femme. Ces résultats confirment l'analyse qualitative selon laquelle le processus d'innovation semblait être largement dominé par les hommes, même si la participation des femmes a été délibérément encouragée par les projets. S'agissant de l'âge des individus, les résultats montrent que les utilisateurs de la tranche d'âge 40-55 ans sont plus susceptibles de participer aux activités d'amélioration variétale. La probabilité de participation augmente de 0.0508 point si l'utilisateur est entre 40-55 ans. Comme discuté dans l'analyse descriptive, cela pourrait s'expliquer par l'expérience et le pouvoir de décision de ces individus dans l'exploitation agricole. Traditionnellement, dans le milieu rural malien, les interactions avec les partenaires externes se font très souvent par le biais des chefs de ménages, qui sont majoritairement des hommes dans une société patriarcale comme le Mali. Ces résultats peuvent être aussi dus à l'indisponibilité des jeunes de s'engager dans des activités de longue durée car ils peuvent être souvent tentés par les activités non agricoles ou par l'exode rural.

Le nombre de responsabilités occupées dans les villages par les utilisateurs, lequel se réfère au capital social, apparait significativement et positivement lié à la probabilité de participation. On note qu'une augmentation du nombre de responsabilités occupées d'un point accroit la probabilité de participation de 0.0548 point. Ce résultat est en ligne avec l'analyse qualitative où les réseaux sociaux semblent favoriser la circulation des informations concernant aux activités d'innovation. Nos résultats montrent aussi que lorsque la main-œuvre augmente d'un point, la probabilité de participation aux activités d'amélioration du sorgho diminue de 0.0310 point. Par ailleurs, nous n'avons trouvé aucun lien significatif entre les actifs des ménages et la probabilité de participation des utilisateurs.

Il ressort des résultats que la distance entre le domicile et les parcelles de l'exploitation agricole affecte significativement la probabilité de participation. Plus les parcelles sont éloignées du domicile plus la chance de participer aux activités d'amélioration variétale diminue. En d'autres termes, les utilisateurs sont découragés de prendre part aux activités d'amélioration variétale. De même, il ressort que la distance entre le centre de recherche (ICRISAT) et les villages a une influence significativement négative sur la probabilité de participation.

Enfin, le lien entre la présence de marché hebdomadaire dans le village et la décision de participation est significativement négatif. Les utilisateurs avec un accès au marché ont

probablement d'autres occupations et n'ont pas assez de temps pour les activités dont les retombées peuvent prendre plusieurs années, car l'existence de marché hebdomadaire dans le village peut créer d'autres opportunités économiques. Par ailleurs, on aurait pu voir la présence de marché hebdomadaire comme étant un stimulant de la participation si les utilisateurs projetaient d'y vendre les semences ou les grains récoltés des futures nouvelles variétés**.** En effet, nos résultats indiquent une relation significativement positive entre la proportion d'utilisateurs dans le village qui sont membres d'une organisation d'utilisateurs et la probabilité de participation.

6. Discussion

Le processus d'innovation demande de plus en plus l'implication de divers acteurs (Chesbrough, 2003, 2011 ; von Hippel, 2005). Cette étude montre que la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation est multidimensionnelle, en s'appuyant sur une adaptation du cadre d'analyse de Johnson et al. (2000). En effet, nous avons examiné les contributions des utilisateurs (impact de la participation), les bénéfices des utilisateurs (impact de la participation), en fonction du type de participants, du mode de participation et de la phase du processus d'innovation (étendue de la participation), dans un contexte formel d'innovation (contexte de la participation). En plus de ces cinq dimensions décrit par Cavaye (1995), nous avons analysé une sixième dimension, axée sur les déterminants de la participation.

Nous avons trouvé qu'en participant au processus d'innovation, les utilisateurs peuvent contribuer en termes d'informations sur les besoins, les matériels locaux et les conditions d'usage dans la phase d'initiation ; de conduite d'essais et d'évaluations dans le milieu local et de connaissances locales dans la phase d'essais ; de diffusion, de production et de commercialisation de l'innovation dans la phase de diffusion. Alors que les études antérieures stipulent que la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation est seulement importante dans certaines phases de l'innovation (ex., Gruner et Homburg, 2000 ; Van Kleef et al., 2005 ; Schaarschmidt et Kilian, 2014), notre étude met en évidence la nécessité d'impliquer de façon réelle les utilisateurs dans toutes les phases du processus d'innovation, vu la complexité de l'innovation. Ainsi, nous dépassons la limite du contexte virtuel (Rohrbeck et al., 2010) où Bosch-Sijtsema et Bosch (2015) ont montré l'importance des contributions des utilisateurs dans toutes les phases du processus d'innovation.

En plus, nos résultats montrent que les contributions sont dynamiques et sont associées à différents modes de participation et à différents types d'utilisateurs. Les modes informatif ou consultatif, collaboratif et collégial sont respectivement repérés dans les phases d'initiation, d'essais et de diffusion. Ainsi, cette étude enrichit les modes de participation repérés par Bano et Zowghi (2015) en identifiant le mode collégial (Johnson et al., 2000), dans lequel les utilisateurs peuvent interagir entre eux et s'organiser autour d'une action collective. En effet, dans la phase de diffusion, les utilisateurs s'inscrivent dans une logique d'action collective en mettant à disposition leurs produits auprès des organisations d'utilisateurs pour la commercialisation, puisque les organisations publiques de recherche, dans notre étude, ont un but non lucratif. Cependant, les organisations d'utilisateurs jouent un rôle d'interface et de facilitation dans toutes les phases du processus en donnant des informations, des conseils et des formations aux utilisateurs. Par ailleurs au niveau individuel, même si les femmes peuvent avoir les contributions particulièrement importantes, nos résultats révèlent que leur présence est très faible dans le processus d'innovation. Ceci est confirmé par nos résultats quantitatifs qui mettent en évidence que la probabilité de participation des femmes est faible par rapport aux hommes dans les activités d'innovation. Cela pourrait indiquer que les femmes sont très prises par les tâches domestiques (Elborgh-Woytek et al., 2013). Plusieurs études antérieures ont souligné que les femmes ont généralement moins accès à l'information sur les technologies agricoles, aux réseaux sociaux et aux partenaires externes (Quisumbing et Pandolfelli, 2010 ; Theriault et al., 2017), à moins qu'elles ne soient chefs de ménage (Kidane et al., 2018).

Nous avons aussi mis en évidence que les utilisateurs peuvent tirer des bénéfices de leur participation dans le processus d'innovation. Ces bénéfices dépendent du mode de participation, du type d'utilisateur et de la phase du processus. Comme Bano et al. (2017), nous avons montré que ces bénéfices sont dynamiques et peuvent être regroupés en deux types : bénéfice lié au processus d'innovation et bénéfice lié à l'innovation elle-même. Nos résultats ont montré que les utilisateurs individuels profitent du processus d'innovation en accédant à l'information et aux technologies appropriées, en renforçant leur capital humain et social, pendant que les organisations d'utilisateurs acquièrent des compétences sur le plan de la gestion et du marketing. Ces bénéfices semblent plus importants dans les phases d'essais et de diffusion et avec les modes de participation collaboratif et collégial. Ce qui confirme les travaux de Johnson et al. (2000). Le renforcement du capital social semble être un facteur important pour les échanges d'informations lors des activités d'innovation, et donc en retour peut stimuler la probabilité de participation des utilisateurs, comme les mettent en évidence nos résultats

quantitatifs. Des études antérieures ont reconnu l'importance du capital social dans l'échange des informations agricoles (Katungi et al., 2008). Ainsi, nos résultats sont dans la lignée de ceux de Smale et al. (2010), qui ont trouvé que les participants dans les activités d'innovation variétale de sorgho au Mali semblent posséder plus de capital social.

En plus dans cette étude, nous avons trouvé que plusieurs déterminants, notamment l'âge (40-55 ans) et l'adhésion des utilisateurs du village à une organisation, influencent positivement la probabilité de participation des utilisateurs. Ce niveau d'âge montre le caractère patriarche des utilisateurs participants. D'un côté cela peut stimuler leurs contributions dans l'innovation du fait de leur expérience, mais d'un autre côté, cela peut être un frein à l'innovation s'ils sont résistants au changement. Plusieurs facteurs, tels que la disponibilité de main-d'œuvre dans le ménage, la distance entre la concession et le champ, la distance entre le village et le centre de recherche ou encore la présence de marché hebdomadaire dans le village. En d'autres termes, les ménages avec plus de ressources seraient moins averses aux risques liés à l'innovation (Feder et al., 1985), et semblent ne pas perdre leur temps dans les activités d'essais. L'éloignement du champ apparait comme un facteur décourageant les utilisateurs surtout pour aller réaliser les expérimentations. On peut aussi bien comprendre que la proximité géographique du village et du centre de recherch peut être un élément important pour renforcer les interactions, la confiance et donc stimuler la participation des utilisateurs. Enfin, la présence de marché permet aux utilisateurs de diversifier leurs activités et de ne pas avoir le temps pour la participation aux activités d'innovation. D'autant plus qu'ils ont la possibilité de vendre directement leurs produits aux organisations d'utilisateurs sans passer par le marché, comme le montrent l'analyse qualitative et les récents travaux (ex., Vroegindewey et al., 2018).

Comme le montre la figure ci-dessous, cette étude s'inscrit dans une analyse holistique de la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation (Cavaye, 1995 ; Johnson et al., 2000) et propose une articulation des principales dimensions de la participation dans le contexte du secteur de l'agriculture dans les pays en voie de développement, notamment le Mali.

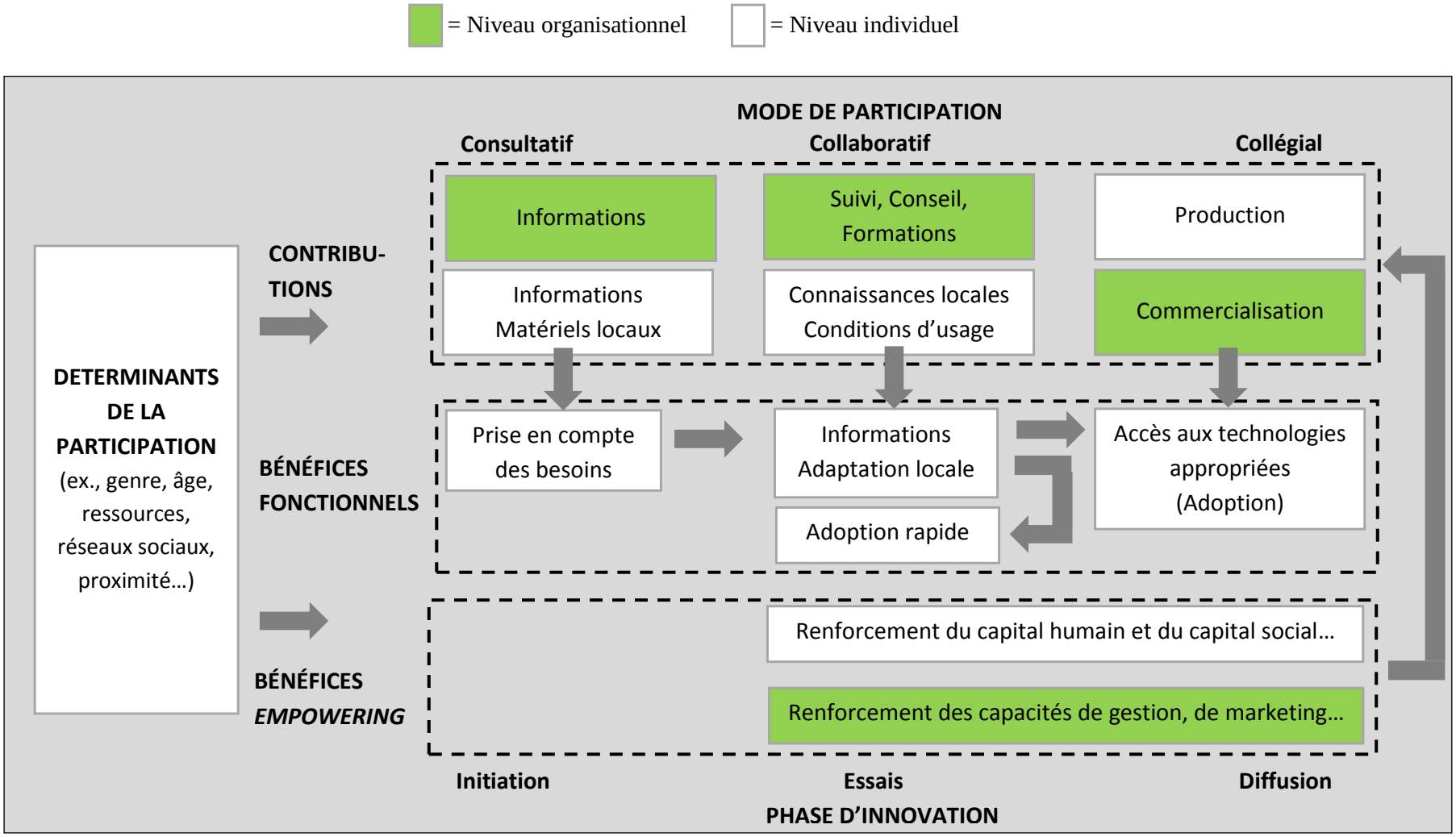

Figure 11. Proposition d'un modèle sur la participation des utilisateurs dans l'innovation

7. Conclusions

L'objectif de cette étude était de mieux comprendre la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation en s'analysant les contributions, les bénéfices des utilisateurs en fonction du type d'utilisateur, du mode de participation et de la phase du processus d'innovation ; et en examinant les déterminants susceptibles d'influencer la probabilité de participation. Pour ce faire notre étude a utilisé la littérature sur la participation des utilisateurs dans le champ de la gestion de l'innovation, et s'est appuyée en particulier sur le cadre d'analyse de Johnson et al. (2000) dans le contexte de l'innovation agricole. Ainsi, notre étude contribue à la littérature existante de plusieurs façons.

Premièrement, alors que les études antérieures se concentrent sur une seulement dimension de la participation (généralement les contributions des utilisateurs ou les bénéfices pour l'entreprise), dans certaines phases du processus d'innovation, nous mettons en évidence, dans une approche holistique, sous l'angle des utilisateurs, six dimensions pour une meilleure compréhension de la participation. Deuxièmement, alors que la littérature se focalise sur les types d'utilisateurs pilotes dans la plupart des cas ou tout au plus sur les utilisateurs ordinaires (Magnusson, 2009), dans cette étude nous montrons que les utilisateurs individuels et les organisations d'utilisateurs pouvaient avoir des contributions et bénéfices différents mais complémentaires pour la bonne marche du processus d'innovation. Troisièmement, dans la littérature peu de travaux ont jusque-là étudié les bénéfices pour les utilisateurs participants de façon dynamique à l'exception de quelques études (ex,. Jones et al., 2014 ; Bano et al., 2017). Dans cette étude, nous avons montré que les utilisateurs participants peuvent avoir des bénéfices pendant le processus d'innovation (comme le renforcement du capital humain et social) en plus des bénéfices liés à l'innovation elle-même. Quatrièmement, les études antérieures qui ont abordé la commercialisation de l'innovation dans une perspective « utilisateurs » se sont concentrées principalement sur les utilisateurs pilotes (Shah et Tripsas, 2007). Dans notre étude, nous avons trouvé qu'avec un mode de participation collégial les organisations d'utilisateurs se chargent de la commercialisation des nouveaux produits. Cinquièmement, nous contribuons à la littérature en identifiant plusieurs déterminants de la participation. Sixièmement, les dimensions de la participation mobilisées et le modèle développé dans cette étude contribuent à poursuivre le développement théorique dans le domaine de l'*open innovation* et de la participation des utilisateurs dans l'innovation. Enfin, nous pensons contribuer à la littérature

sur la gestion de l'innovation en analysant en profondeur la participation des utilisateurs dans le contexte de l'innovation agricole dans les PVD.

En termes d'implications managériales, nous pensons que les gestionnaires de projets d'innovation devraient s'approprier des six dimensions clés de la participation des utilisateurs pour une meilleure gestion des projets d'innovation. Le modèle proposé peut alors être un outil important pour une utilisation efficace de l'approche participative. Ainsi les utilisateurs pourraient savoir concrètement ce qui les attend en prenant part aux activités d'innovation. Il peut être suggéré aux gestionnaires plus d'interactions avec les femmes et les jeunes, de manière à rendre plus efficaces et durables la diffusion et l'adoption de l'innovation. De même, les décideurs politiques au Mali devraient en priorité continuer à renforcer les capacités des utilisateurs des innovations agricoles, en particulier les femmes, les jeunes et les organisations d'utilisateurs. Comme le soulignent Martin et Sherrington (1997), une application significative de l'approche participative est peu probable en l'absence d'organisations d'utilisateurs fortes.

Toutefois, cette étude enregistre certaines limites méthodologiques. En effet, l'analyse qualitative du seul cas de l'innovation variétale du sorgho dans le contexte de l'agriculture au Mali peut être une des limites de cette recherche. Nous invitons donc les recherches futures à étudier les implications de notre cadre conceptuel dans d'autres contextes. Il pourrait être intéressant aussi de poursuivre cette recherche en examinant comment un tel modèle pourrait être intégré dans une perspective de gestion de connaissances dans les entreprises. De plus, les recherches futures pourraient tester les relations entre les principales dimensions de la participation que nous avons trouvées dans cette recherche.

Chapitre 6

Frugal innovation in practice: a motorized seeder case in Mali

Mamadou Sissoko [1,*], Annick Castiaux [1]

[1] Creativity and Innovation Research Center, Namur Digital Institute, University of Namur, rue de Bruxelles 61, 5000 Namur, Belgium

***** Correspondence: mamadou.sissoko@unamur.be

Abstract

Because of its intrinsic principles, frugal innovation may help to cope with low-income customers market and emerging sustainability issues. The objective of this study is to examine whether and how frugal innovation works out in practice. We analyze the innovation process by exploring its antecedents, drivers and impacts with both a literature review and an in-depth qualitative case study in agricultural sector in Mali. First, we discuss what frugal innovation is. Next, we translate the black-box of frugal innovation process into a research framework. The main building blocks – antecedents, drivers and impacts – are treated. Our findings show that key antecedents are resource constraints, institutional voids, and basic needs. We find that frugality, bricolage and collaboration enable the process of frugal innovation. The identified impacts are mainly related to low-income customers market, to sustainability (economic, social and environmental aspects), and continued collaboration. We conclude by proposing a framework taking into account the different elements identified through our study. Our framework is not only appropriate for analyzing frugal innovations as such, but also helps to tackle the sustainability issues.

Keywords: frugal innovation, resource-constrained innovation, bricolage, sustainability, agricultural mechanization, Mali

---

1. Introduction

Currently studies agree that alternative innovations have to be designed to ensure their impact when resources are scarce and institutions are weak (see Pansera and Martinez, 2017; Weyrauch and Herstatt, 2017; Hossain, 2018a; Pisoni et al., 2018). Following those authors, those innovations, generally named frugal innovations, aim at doing more with less, under difficult

conditions, to serve a large part of poor population. With respect to that, this new innovation paradigm is clearly different from the conventional Western innovation paradigm, where important research and development investments are supposed to maximize return on investment and growth. The theorists of this new paradigm point out, on the contrary, that constrained environments can be an opportunity for innovation (Prahalad, 2005; Prahalad and Mashelkar, 2010; Sharma and Iyer, 2012; Radjou et al., 2012; Knorringa et al., 2016; Annala et al., 2018).

Scholars are only beginning to be interested in innovation for and in developing countries, and the studies concerning innovation in such countries remain largely dominated by the context of India (see Pisoni et al., 2018; Hossain, 2018b) or China (e.g., Cai et al., 2019). While interesting, existing studies are mainly theoretical, market-oriented, focused on MNCs' innovations (e.g. Ernst et al., 2015), or present the frugal innovation process as a black-box (e.g. Bhatti and Ventresca, 2013; Hossain, 2018a). Moreover, little research has been done to look at antecedents, drivers and impacts of frugal innovation in a holistic way. In this study, we try to examine those three dimensions together for a deeper understanding of frugal innovation. This research explores frugal innovation in developing countries in Africa. To the best of our knowledge, this study is one of the first ones to open and explore the black-box of frugal innovation process, especially in developing countries in Africa (see also Wooder and Baker, 2012).

The objective of this research is to study how frugal innovation works out in practice by analyzing its process in terms of antecedents, drivers and impacts, through the case of an innovation project including a local public research organization, customers (users or farmers) and local small entrepreneurs (blacksmiths), NGOs and foreign partners, in the sector of agriculture in Mali. To analyze this case, we have chosen a qualitative methodology based on interviews with the different stakeholders. In addition, we applied abductive reasoning that allowed the theory co-evolution with the empirical case (Abrell et al, 2017).

Agriculture appears to be the pillar of many African developing economies, employing more than two thirds of their active population (FAO, 2016). Simultaneously, agricultural systems often fail to meet the needs of low-income populations in developing countries, especially in the context of climate change. As result, this population is at the bottom of the pyramid (BoP)[17]

[17] According to Prahalad (2005), the large part of the world population is at the bottom of the pyramid, i.e. a segment which is very poor and living on less than $2 a day. It has been pointed out that over 2.5 billion people live on less than $2 per day (Prabhu et al., 2017).

and, consequently, not targeted by the suppliers of modern equipment and farm inputs. To face those challenges, innovation seems to be the process to follow in the developing world (World Bank, 2011; The Worldwatch Institute, 2011), but not just any. Accordingly, innovating local, affordable, sustainable, and user-oriented farm technologies and services remains an essential part of the Sustainable Development Goals (SDG) (United Nations, 2015).

The rest of this study is organized as follows. In the second section, we present the background of frugal innovation. The third section is devoted to the presentation of the research framework. This leads us to introduce the research gap. The fourth section briefly describes our methodology. We develop the main results in the fifth section. Finally, we discuss our findings and conclude in section six and seven, respectively.

2. Frugal innovation

The interest for alternative innovations for and from developing countries has raised in the literature, with examples (see Sharma and Iyer, 2012; Tiwari and Herstatt, 2012a; Hyvärinen et al., 2016; Arshad et al., 2018) coming from a variety of fields and sectors: healthcare (electrocardiogram system in India), transportation (Tata Nano low-cost cars in India), phone banking (M-Pesa in Kenya), agriculture (solar irrigation pumps in Bangladesh, mini-tractors in India), or water sector (water filter in Tanzania). The increasing interest for those innovations has also led to an avalanche of concepts such as Bottom of Pyramid Innovation (Prahalad, 2005), grassroot innovation (Dey and Gupta, 2016), cost innovation (Williamson, 2010), frugal engineering (Radjou et al., 2012), frugal innovation (Zeschky et al., 2014), Gandhian innovation (Prahalad and Mashelkar, 2011), Jugaad innovation (Radjou et al., 2012), inclusive innovation (George et al., 2012), resource-constrained innovation (Sharma and Iyer, 2012), reverse innovation (Govindarajan and Ramamurti, 2011), or emerging market innovation (Shankar and Narang, 2019). The extant literature studying those innovations is embryonic (Hossain, 2018a), fragmented (Cai et al., 2019), and leads to much confusion.

A number of scholars (e.g., Bhatti and Ventresca, 2013; Zeschky et al., 2014; Prabhu, 2017) have proposed that those concepts should be under the umbrella of the term frugal innovation because all related terms describe essentially a similar phenomenon of innovating in resource-constrained environments. Also, the concept of frugal innovation seems to share many characteristics (e.g. low price, small use of inputs, reuse of existing components, easy to use, etc.) with all other concepts (Tiwari and Herstatt, 2012b). Finally, for a better understanding of

this phenomenon and to build a theory (Hossain, 2018a), it is necessary having a strong approach and exploring its specificities or typologies (Brem and Wolfram, 2014; Prabhu and Jain, 2015; Pisoni et al., 2018). Those specificities can for instance result from market novelty and technical novelty (Zeschky et al., 2014), from the degree of sophistication, or from market and sustainability orientations (Brem and Wolfram, 2014). According to Hossain (2018a), the novel frugal innovation approach is different to mainstream innovations for many reasons. For example, its geographical context (Rao, 2013); its diffusion pattern (Hossain et al., 2016); its business model (Zeschky et al., 2011); and its distribution channel (Simula et al., 2015) are different to those of mainstream innovations. The idea behind frugal innovation is not new. According to Pansera (2018), the origins of innovation for poor date back to the movement of appropriate technology launched by E. F. Schumacher in the 1970s (Schumacher, 1973 in Pansera, 2018).

Frugal innovation emphasizes both process and product or service (Bhatti, 2012). In fact, some scholars define frugal innovation as product or service and business model for responding to the needs of low-income customers in developing countries (Tiwari and Herstatt 2014; Lehner et al., 2018), while others consider frugal innovation as a process that seeks to do more with less (minimizing the use of resources) for more people in developing countries (Radjou and Prabhu, 2015), or to reduce complexity and cost (Hossain, 2018b). Despite resource constraints (financial, technological, material, human, etc.) frugal innovation is developed, and it seems to be affordable and good enough to respond to the basic needs of underserved customers (Hossain et al., 2016). Frugal innovation is also defined by Cai et al. (2019) as a new solution that meets the basic needs of resource-constrained customers "by offering good value at an affordable price". In doing so, the authors argue that it is necessary to combine cost innovation, i.e. a solution that includes the same functionalities than existing product but at low cost (Williamson, 2010), and affordable value innovation, i.e. a solution that integrates into existing product new functionalities at affordable price (Ernst et al., 2015). Some scholars have pointed out the disruptive potentials (Hart and Christensen, 2002) of frugal innovation approaches, due to those characteristics, i.e. cost and value (Rao, 2013; Zeschky et al., 2014; Wan, et al, 2015). For example, Ray and Ray (2011) have empirically put in evidence that a "*frugal use of technology and resources is required for crafting a disruptive technology that provides basic functionalities at a very low price*". The philosophy of frugal innovation is largely based on the transformation of scarcity into competitive advantage through frugality, flexibility, ingenuity and inclusiveness (see Radjou et al., 2012; Prabhu and Jain, 2015), as well as value for

customers including simplicity, quality, multi-functionality in new products and services (Sharma and Iyer, 2012; Ernst et al., 2015).

Frugal innovation can result from several sources such as, individuals, small-medium enterprises, multinationals, or collaborations with public and international organizations (Gupta, 2012). Even if frugal innovations emphasize on resource-constrained customers in developing countries, some of them can serve a segment of customers in developed markets. This refers to reverse innovations (Rosca et al., 2017). Frugal innovation seems also to have the potential to contribute to tackle brain drain experienced by developing countries (Radjou et al., 2012). Despite this approach focusing on developing countries, some scholars point out that it can emerge in developed countries for their own specific growing markets (see Pisoni et al., 2018).

In this study, we define frugal innovation as the development or adaptation of products or services, under resource constraints in the innovation process, with the aim to satisfy the basic needs of low-income and underserved populations. Such innovation is generally supported by the collaboration between multiple actors, and it is essential to maintain this collaboration over time for more efficiency. In a context of globalization, those actors can come from developing countries, as well as developed countries.

3. Research framework

Previous studies have reviewed the literature of frugal innovation. They found different dimensions that can serve to better understand the process of frugal innovation, such as antecedents, critical success factors, organizational issues, diffusion strategies, impacts, and application in specific sectors (Pisoni et al., 2018; Shankar and Narang, 2019); or inputs, success factors, impeding factors, and outputs (Hossain, 2018a). For example, Cai et al. (2019) have proposed a theoretical framework, and they found that the factors of institutional leverage capability, bricolage capability, and perceived dysfunctional competition as drivers of frugal innovation. Drawing on these studies and extant literature on frugal innovation, we found relevant in this study to explore in-depth three elements characterizing the innovation process: antecedents, drivers, and impacts in order to answer how frugal innovation works out in practice.

3.1 Antecedents

As mentioned by Cai et al. (2019), resource constraints environments may "induce managers to discover new possibilities", "can be triggers of radical innovation", and "may enable open innovation". Several studies argue that the context in developing countries allow frugal innovation to grow (Zeschky et al., 2011; Sharma and Iyer, 2012; Bhatti and Ventresca, 2013; Pisoni et al., 2018; Hossain, 2018a). For example, in Bangladesh, Pansera and Owen's (2015) empirical study brought to light four elements contributing to the emergence of innovation in developing countries: resource constraints, environmental constraints, institutional voids, and urgent social needs. In the same vein, Bhatti (2012) has proposed a model where frugal innovation emerges at the intersection between technological, institutional and social innovation.

Our understanding of antecedents deals with resource constraints, institutional voids and demand for basic needs, which better characterize developing countries. More precisely, resource constraints refer to the lack of capital, knowledge, skills, as well as environmental constraints (Sinkovics et al., 2014; Cunha et al., 2014; Prabhu, 2017). Institutional voids refer to developing markets suffering from lack of formal systems, lack of market information, lack of sales and distribution channels, lack of physical infrastructure (e.g., transportation and communications), social exclusion, and lax regulation (Sharma et Iyer, 2012 ; Zeschky et al., 2014; Prahalad 2010; Prabhu et al., 2017). Basic needs are generally based on basic demands such as food, health, education, energy, water and bank, where many of them are not accessible to people living in developing countries contrary to developed countries (Murray et al., 2010; Ernst et al., 2015).

3.2 Drivers

By going through the extant literature (e.g. Pisoni et al., 2018; Hossain, 2018a; Cai et al., 2019) many drivers of frugal innovation processes were identified. In this study, we focus mainly on frugality, bricolage, and collaboration. According to Rao (2017), frugality refers to sparing resources, and it is one of the key enablers in a new frugal product development process. Similarly, the use of fewer resources is considered by Hossain (2018a) as a crucial input for frugal innovation. Several ways are proposed to reduce costs, such as the use of local materials and services, the reuse or recycling of existing materials, and the elimination of unnecessary product features, etc. In this study, frugality is not only about reducing the cost but also

providing adequate or new functionalities to meet the particular needs of consumers (Weyrauch and Herstatt, 2017; Cai et al. 2019). In doing so, frugal innovation can maximize the product value at low price, and can be disruptive (Knorringa et al., 2016). Moreover, drawing on 47 multinational corporations, Ernst et al. (2015) identified that bricolage is an important factor for affordable value innovation. The authors have found that bricolage allows the firms to combine existing resources (resources at hand) in new and creative ways in order to face lack of resources (Baker and Nelson, 2005). In their recent work in China, Cai et al. (2019) found that bricolage capability is positively related to frugal innovation, which affects positively the performance of local firms. To solve the complex equation between poor resources and efficient solutions, many authors argue that bricolage can play a key role (Sheth, 2011; Cunha et al., 2014; Senyard et al., 2014; Gurca and Ravinshankar, 2015; Witell et al., 2017).

Finally, Tiwari and Herstatt (2012b) put into evidence collaboration as a key factor at all phases (generation, development and commercialization) of frugal innovation processes in India. Drawing on open innovation perspective, Hossain (2018b) shows that frugal innovation developed at small firms' level in rural India can gain more support by collaborating and networking with different partners. Through systematic reviews on frugal innovation, scholars reveal that collaboration between different actors is crucial for a better understanding of local needs, can play an important role in accessing to local capabilities and empowering local partners, and may stimulate the adoption and lead to frugal innovation success (Pisoni et al., 2018; Hossain, 2018a). Ernst et al. (2015) found that local embeddedness gives to multinational corporations the collaboration possibility (with local partners) to overcome the lack of institutions and market failure. Very recently, Alade et al. (2019) show that multi-actors (especially from Ethiopia and China) interactions and absorptive capacity structure are strongly linked to delivering frugal urban rail transports in Addis-Ababa, in Ethiopia.

3.3 Impacts

Scholars have paid attention to impacts of frugal innovation in developing countries (see Pisoni et al., 2018; Hossain, 2018a). Studies in this group have particularly pointed out that frugal innovation can have an impact on firms' performance (Ernst et al., 2015; Cai et al., 2019), low income customers' market (Bhatti and Ventresca, 2013), and sustainability (Rosca et al., 2017). In this study, we are particularly interested by the latter two.

Regarding market impact, affordability is one key contribution of frugal innovation in developing countries (Prahalad, 2012; Rao, 2013). Affordable products meet the low-price

expectations of a large number of customers in developing countries (Agarwal et al., 2017). However, affordability alone is not sufficient. Customers on developing markets have particular needs and expect value (e.g quality, multi-functionality, simplicity, etc.) from their products (Williamson, 2010; Ernst et al., 2015; Cai et al., 2019). These studies found that frugal innovation allow to launch affordable and valuable products on developing markets. Other works stipulate that frugal innovation leads to affordable, adaptable, appropriate, and accessible products (Basu et al., 2013; López et al., 2019).

Recently, several studies have argued that frugal innovation approaches offer the opportunity to develop and distribute solutions in order to optimize sustainability impacts (Prahalad, 2005; Sharma and Iyer, 2012; Brem and Ivens, 2013; Levänen et al., 2016; Hyvärinen et al., 2016; Rosca et al., 2017), which combine economic, social, and environmental aspects (Geissdoerfer et al., 2017). Here, the idea is that the value is shared more evenly in society, even if the firms can gain value from a new product or service. For example, in India, Annala et al. (2018) show that frugal innovation in the water sector can be ecological, clean, affordable, and assures social impacts in resource-constrained environments. Other authors have found that frugal innovations are (or at least) more sustainable than alternatives innovations (e.g. Levänen et al., 2015; Dressler and Bucher, 2018). However, frugal innovation is not always sustainable (Rosca et al., 2017). As noticed by Knorringa et al. (2016), it can have both positive and negative outcomes.

Regarding the economic impact, frugal innovation in developing countries may be crucial for creating novel opportunities for many local enterprises and also for job creation (Radjou et al., 2012; Rosca et al., 2017). Moreover, frugal innovation can have a social impact due to its potential to serve a large number of low-income people, who are often excluded from the formal market (Prabhu and Jain, 2015), to be inclusive (George et al., 2012), and to focus on essential needs, such food, water, health, education, etc. (see OECD, 2010; Shan and Khan, 2016), or to empower local people (Pansera and Sarkar, 2016). Finally, in terms of environmental impact, frugal innovation tends to be environmentally sustainable by using local materials, or reusing old materials, and recycling materials in design and production (Radjou and Prabhu, 2015), and in product development processes (Sharma and Iyer, 2012). In the same way, Rao (2017) have highlighted the role and the potential of frugality for eco-efficiency. However, frugal innovation for environmental sustainability is also about the customers' consumption behavior (Bocken and Short, 2016).

The figure below takes together the main dimensions of frugal innovation for our study.

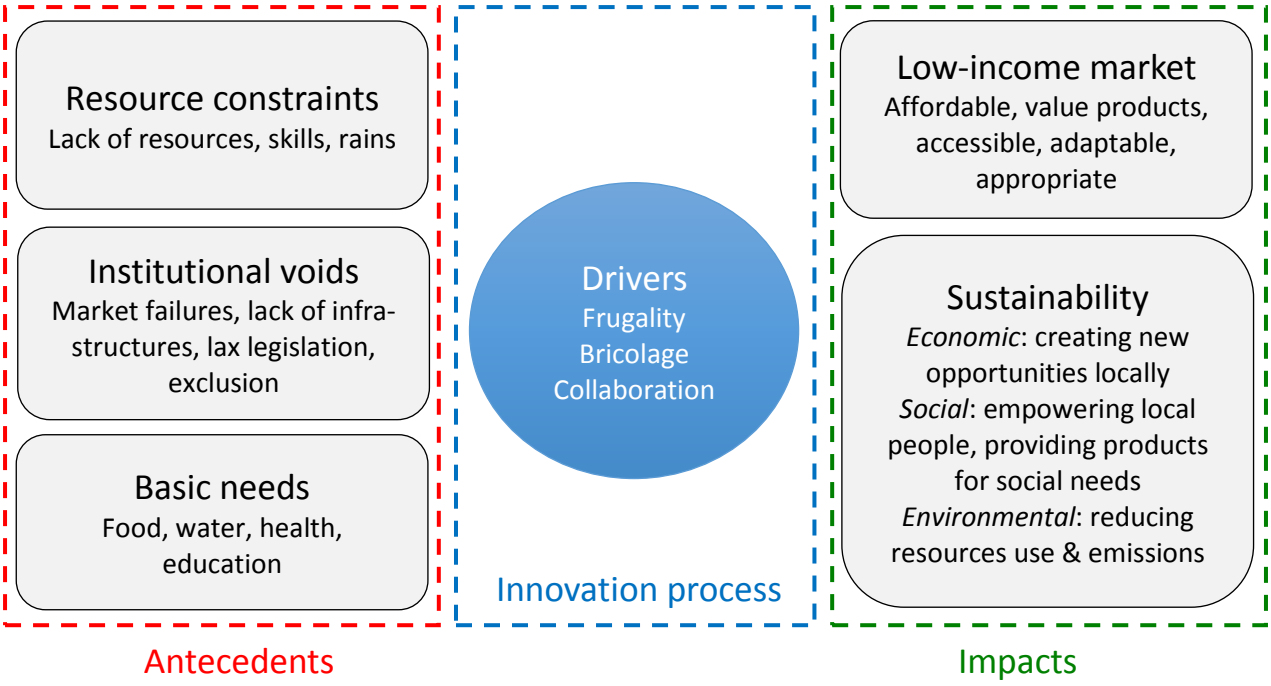

Figure 12**.** A conceptual model for understanding frugal innovation (source: authors)

Despite the importance of the frugal innovation topic in literature, the relationship of its main dimensions (antecedents, drivers and impacts) with different phases of innovation process is not fully clear. In addition, those dimensions were mainly studied separately. So, for a better understanding of frugal innovation, in this study, we will focus on how it works out in practice by examining its antecedents, drivers and impacts in a holistic way. Our study on the frugal innovation process focuses on three main phases of this process (Prabhu and Jain, 2015): initiation, development and diffusion.

4. Methodology

Our empirical study uses a qualitative exploratory methodology and abductive reasoning. We first present the research context, then we develop our research strategy. Finally, we briefly present the case and the data collection modalities.

4.1 The context of farm mechanization in Africa

In developing countries in Africa, agriculture is mainly rain-fed. Consequently, this sector is impacted by climate change, farming performances being strongly correlated with rainfall (Sultan et al., 2015). Additionally, rapid population growth and increasing urbanization in those

regions raise the challenge to improve farming productivity, not only to ensure food security, but also to meet the requirements of urban markets, which generate higher revenues for farmers. To face those challenges, African farmers expect a lot from technological innovations in the fields of farm mechanization and modernization (Pingali et al., 1987; Houssou et al., 2014). With mechanization, farmers can gain much more work power, increase the productivity and time efficiency of field operations (Cerutti et al., 2014). But, according to the FAO (2013), mechanization technologies from developed countries are more and more sophisticated, less and less affordable and not profitable for small African farmers. Adekunle and Oluwatosin (2015) add that farm mechanization in the 21st century should be simultaneously compatible with the environment, economically viable, affordable and adapted to local conditions. These technologies should be more frugal, sustainable and convivial to fit the needs of customers in poor countries (Gomiero, 2017).

Consequently, the context of farm mechanization in developing countries in Africa is very relevant to study frugal innovation.

4.2 Research strategy

Our research uses a qualitative approach centered on a case study, as formalized by Yin (2009). The case study strategy seems relevant for our research purpose. Following Hlady-Rispal (2002), "the exploratory case study aims at understanding one or several management situations and analyses them in detail […]". As a matter of fact, the exploratory method allows the emergence of new elements to better understand the studied phenomenon. Our case study gives us the opportunity to understand in depth, explain and illustrate the phenomenon linked to frugal innovation in this particular context. Consequently, it does not allow to propose generalized theory or results.

4.3 Case study presentation: the motorized seeder

In this research, the case was chosen because of the nature and the newness of the innovation (Habib, 2010; Gurca and Ravishankar, 2015). The motorized seeder is the result of a collaboration between the IER (Institute for Rural Economy of Mali), the project leader, NORAGRIC (International Environment and Development Studies, Norwegian University of Life Sciences), GCOZA (Coordination Group for Arid Areas), users (farmers) and local small

entrepreneurs (blacksmiths), in the context of a project named “development of technical options to adapt agriculture to climate change”.

Figure 13**.** Motorized seeder for fertilizers and seeds

The project is linked to the context of farm mechanization and follows previous works of IER, since 2006, concerning mechanical distribution of micro-doses of seeds and fertilizers. The motorized seeder technology was developed to reduce farm hardship and to improve production and productivity of cultures in the context of climate change. This project lasted 5 years from June 2010 to June 2015. It included research, development and diffusion of prototypes of motorized seeders.

4.4 Data collection and analysis

We used three data sources: semi-directive interviews, documentation and observation. Having multiple sources supports data triangulation (Yin, 2009). To collect data, we contacted stakeholders who were directly involved in the project, as well as some experts of farm mechanization in Mali. The individual interviews involved researchers (IER), NGOs members (from ADRA Mali and ADAF/Gallé), members of GCOZA, experts and users, and were generally conducted in Bamako and in the area of Kati. Nevertheless, due to the rainy season, three interviews were performed by phone. In total, we led 24 interviews, i.e. 13 users (where 3 have not participated in the project), 2 researchers, 5 experts, and 4 NGOs agents, from August 2016 to January 2017. The interviews took between 30 minutes and 90 minutes. We also collected documents such as activity reports and evaluation reports of the project. We completed data collection with on-site observations at the farmers’ places on their existing

machines. In addition, the observations have focused on the presence of agricultural services (public and private) and infrastructures in this rural area.

The interviews were transcribed, coded and analyzed. We used NVivo, software for textual data analysis, which makes data analysis more easy and systematic (Sinkovics et al., 2014). In the data analysis, we drew on the method of thematic analysis by identifying, understanding and reporting themes within data (Miles and Huberman, 2003). First, we created themes and their subcategories based on our research framework. Next, we looked for themes across all data. However, new themes can emerge from data.

5. Results

We first explore the antecedents of frugal innovation in constrained environments. Then we put into evidence the drivers, looking at the different phases of frugal innovation process, and the potential impacts of this process. Finally, on the basis of our empirical results, we propose an extended model of frugal innovation in developing countries.

5.1 Antecedents of the motorized seeder

One of the first dimension that emerges from our data analysis is the antecedents of the seeder innovation. This dimension is described by the contextual environment that coexists with the innovation process (Cohen and Levin, 1989). So, we quickly discovered that our innovation case took place in constrained environments. Several interviewed persons characterized the farm industry in Mali, including the farm mechanization context, by resource constraints (lack of money, weak rains, lack of workforce, insufficient equipment, etc.), by institutional weaknesses (market failures, lack of vision or political will, poor exclusion, i.e. technology push, etc.) and by high demand for basic needs.

5.1.1 Resource constraints

Data analysis shows that the main factor pushing people to look for the motorized seeder is the scarcity of natural, human and materials resources.

There is especially the weak rains and variability of rains that can affect negatively agricultural production and productivity.

> *"Climate changes. The things we used before do not meet our expectations anymore, today. Thus, we have to find other means."* [Farmer_Other.8]

Additionally, due to the poverty, youth is forced to leave rural areas, if not the continent. Consequently, families run out of hands to work in the fields. Those who stay, are faced with even worse conditions, without farm equipment. In Mali, there are very large farms who cannot afford adequate farm equipment, and the State failed to support farmers.

> *"When the season starts, people are faced with skinny oxen and with massive departures of valid people. People who cultivated 20 Ha are left with less than 5 Ha. Before, even if the children set out on an exodus, they came back with the rainy season. Now they don't come back anymore. (...) If this goes on like this, the agricultural world will collapse. We have to bring in more convenient technologies."* [Member_R&D.2]

> *"Nowadays the State does not back anything (...). We need human resources and adapted equipment."* [Expert.4]

5.1.2 Institutional voids

The State, with the help of partners proposing development actions, is the main actor supporting farmers. For example, just after independence, in the 1960s, the government developed large projects for farm mechanization. The state was then the owner of large equipment such tractors. Later, a financial crisis forced the State to cut investments in agriculture. It was followed by a drought that struck the region. Investors then became interested in the country. It impacted negatively the State sovereignty as external supports were parachuted in the country without any capacity for the State to analyze needs and manage support distribution. The new farm equipment introduced by those external actors was not adapted to the needs of family farms.

> *"The great farm mechanization failed because there was no stuff focused on the real needs of farmers. They introduced machines, they introduced tractors (...). Additionally, this failure is due to a lack of maintenance and repair of this equipment. For instance difficulties to find spare parts or qualified workforce…"* [Expert.2]

> *"Several farm machines were introduced in Mali under financial pressure (...). Investors had money and they wanted that Mali equipped better (...)."* [Member_R&D.1]

Still today, there is manipulation of the sector for political reasons, without any sustainable vision.

> *"Concerning equipment policy, the State advances through isolated measures but there is no real mechanization policy. This explains partly the weak mechanization in Mali."* [Expert.2]

Ironically, having gained the support of NGOs and the position of politicians, farmers have made it a habit not to pay the loans for their equipment if these loans are guaranteed by the State or by NGOs' projects. This impacts considerably their reliability for banks and microfinance organizations.

> *"The State gave equipment and the bank funded it. (...) For loans, farmers deliberately don't pay. What do they say? 'In the next election, we shall blackmail them, if politicians do not erase our debts, we shall not vote for them.' All farmers' organizations are more or less politicized over there."* [Expert.1]

In addition, another (market) institutional failure is that contracts are not respected and there is a lack of trust between farmers and their clients.

> *"Clients don't really trust farmers, because when they conclude a contract, farmers then say afterwards that they don't have the products. (...) Very often they are tempted to sell their products at the highest market price, even if they are bound by a contract."* [Expert.1]

Finally, in rural area, the lack of electrical and road infrastructures increases the vulnerability of agricultural sector in Mali.

> *"Isolation and the electrification problem have also an import on agriculture. With electricity in rural areas, farmers could use a lot of machines as, very often, the provision of fuel is an issue."* [Expert.4]

5.1.3 Basic needs

Our results reveal also clearly how food security is important to low-income people in rural areas in developing countries.

> *"I grow peanuts, corn, sorghum and millet. Increasing agricultural production is so important, because the happiness starts by food security."* [Farmer_ Tester.12]

5.2 Innovation process for the motorized seeder and its drivers

First all, our analysis of the interviews showed that the three phases of frugal innovation process (initiation, development and diffusion) are not linear and require some retroactions between phases as described in the following quote:

> *"Things do not always work as expected (...). We were faced with several issues, we reconsider the scripts, we solve the problems as they emerge and we continue. We cannot anticipate all the consequences (...)."* [Member_R&D.1]

All phases of the innovation process were done under resource constraints and institutional voids. Through all those phases, different actors (research institutions, NGOs, blacksmiths and farmers) involved in the project worked together in order to response basic needs in constrained environments.

5.2.1 Initiation phase

First, we see that the innovation project – the development of the new seeder – is initiated in constrained environments. In this project, a participatory approach (collaboration with users) is adopted to identify farmers' basic needs and expectations, through multiple interactions.

> *"The idea arose due to a constraint that famers faced repeatedly: distributing seeds and fertilizers with micro-doses to face climate change. Using micro-doses helps to increase yield but it is fastidious. One hectare corresponds to 25000 holes if it is sorghum or mil, i.e. 15 km. If you have to put a pinch in each hole, it takes too much time and energy. Farmers complained. They say that they cannot spend this much time putting pinches in holes. We had to find another way."* [Member_R&D.1]

> *"(...) by early season, oxen are undernourished and tired (...). Rains are no more abundant. So we have to adapt to climate change. This change pushes us to adopt faster technologies for farm works."* [Farmer_tester.2]

The following phases of the innovation process try to integrate those expectations.

5.2.2 Development phase

This phase includes the search for solutions to the identified problems, the conception and experimentation of prototypes. Under difficult conditions, we discovered that the motorized seeder project included several actors (research center, blacksmiths, farmers, foreign partners and NGOs), and combined practices and capabilities to deliver the new solution.

Once the needs are identified, the project promoter tries to transform them into action. The promoter's role seems crucial in an environment where resources are scarce and institutions are deficient. The promoter worked in difficult conditions for the project to come to fruition. Before the arrival of foreign partners and NGOs, he had to work out of his own budget. He tells us:

> *"I hadn't got a lot of money. At the beginning, (...) I used one of my projects to do the first test (...). The first seeder (animal-drawn) that I brought on site for testing, I paid it out of my own pocket, with my salary. Afterwards, donors gave me money."* [Promoter]

The design derived from local practices of some farmers while they manually practiced micro-doses technique.

> *"We paid a lot of visits. To determine the quantity of micro-doses, we took the pinches of the farmers. First the seeds alone, then with the fertilizers. This is what we translated into the machine."* [Member_R&D.1]

The project integrated local skilled blacksmiths to help design and manufacture prototypes. Taking into account a previous version of the seeder that was introduced in the 80s and the engine of motorcycle, which can be found easily on marketplaces, were part of the solution. So, we found that the project is triggered by bricolage by combining existing technologies, recycled and reused resources in novel and creative ways.

> *"You have the blacksmiths who were trained progressively, whose children picked up the burden. When we started to reflect on motorization, we hired a blacksmith (...). We discussed with him and we made a design. We looked at the size of engines on the market. We first did the job in the forge."* [Member_R&D.1]

For the design and fabrication of prototypes, we see the use of recycled and reused resources to minimize production costs.

> *"We recycled old motorcycle tires to protect metallic wheels, we reused construction scrap."* [Member_R&D.2]

The innovation success also requires an understanding of the behaviors, the local conditions of use, the technological skills of use (Zeschky et al, 2014), the local practices and feedbacks of users. The participating farmers undertook to conduct experiments in their field, under the supervision of the NGOs who were partners of the project. Experimentation has been a place of mutual learning, for NGOs as for farmers. During this, reinforcing the capacity of farmers is a key element to conduct good tests.

> *"We set up and supervise experimentations, and we advise users. The experimentation parcels are in the fields of the participating farmers. We collect information, farmers' viewpoints concerning those technologies. We intervene to facilitate vulgarization of this equipment."* [Member_NGO.2]

> *"To understand some phenomena, we need to go to bed at night to try to see the reasons. I am learning by doing, on the field (...). To reinforce the capabilities of the farmers to work with technology, we took the hard core to train them (...). They can lead other farmers by example (...)."* [Member_NGO.1]

> *"The training that they provide us and the advices, if you respect them you'll improve your situation. Against climate change, pursuing with traditional practices would not be in our best interests."* [Farmer_Tester.1]

This collaboration with farmers would not have been possible without trust, which was built over time. Beforehand, as a preliminary condition for trust, the research center and NGOs have been working in the project area for a long time, and participating farmers have been selected

among their community trustworthy to participate. Participating farmers were volunteers, motivated and open to change. One of the farmers gives the following testimony:

> *"First, participation is voluntary. Villagers know each other (...). So participants are chosen by the villages. They know how to provide open persons who will represent the village. They know who is likely to work long term. They [the chosen volunteers] are persons they trust."* [Member_NGO.1]

> *"You cannot fully understand a job without practicing. You cannot be convinced by a job without seeing the results (...). What you look for nowadays is to go forward, not to turn back."* [Farmer_Tester.2]

The common thread in this phase was to develop a technology with new functionalities (motorized seeder with micro-doses options) in the context of poor resources and weak institutions in order to respond to basic needs. To that end, the project promoter and its research center were able to mobilize the necessary financial and human resources with frugality to deploy the activities and to create a trust climate, through collaboration with technical and financial partners, as well as with farmers and local blacksmiths. When local blacksmiths have contributed with their skills, farmers played a key role through their local needs' information, practices and feedbacks.

5.2.3 Diffusion phase

The diffusion phase includes the extension of the innovation and its commercialization. However, as the project stands now, the product is not yet freely traded on the market. Its results are however at the disposal of other projects, i.e. for huge demonstrations for users in several villages in Mali. Thus, many villages have free access to the product via donations. Partner projects and some farmers contribute to diffusing the innovation (*co-diffusion*).

The interviews show clearly how the project faces constrained environments in the diffusion phase.

> *"We shared our results with several projects and NGOs (...). We just sent 58 seeders to a partner (...). You need several years to have a feedback of [the results of] the equipment in the field (...)." [Member_R&D.1]*

The diffusion of the innovation through other projects was a mechanism to share the innovation costs with those projects. Thanks to donations from those projects, some farmers have free access to the innovation.

Besides, the projects can count on the collaboration with key farmers for diffusion.

> *"We draw upon those who will represent their village and will show the example to other farmers. When they adopt a technique, others will follow." [Member_R&D.1]*

Moreover, the integration of local blacksmiths in the innovation process is a deliberate strategy to seeder products and provide maintenance services. Otherwise, the large diffusion and commercialization of the seed machine requires a standard that manufacturers have to respect. Blacksmiths can gain new competences and ensure manufacturing norms.

> *"The seeder is local. In almost all villages of Mali, there is a blacksmith who can manufacture a seeder (...). We identified the manufacturers who will be trained to ensure a manufacturing norm. Hence, you can find the same standard for all those manufacturers across Mali." [Member_R&D.1]*

5.3 Impacts of the motorized seeder

In this section, we present the perceptions of the interviewees concerning the potential impacts of the new seeder, such impact on low-income market and sustainability impacts (economic, social and environmental). Moreover, we also observed another impact as continued collaboration.

5.3.1 Low-income market impact

Our results found that the motorized seeder has the potential to be affordable and accessible. In addition, for several interviewees, the new seeder is a useful and valuable product.

A farmer tells us:

> *"I hope [that they will develop] mass production and that it will be available for everybody at affordable prices."* [Farmer_Other.8]

The project seems to take into account the expectations of the famers.

"Our famers have expectations. First [they need] technology put at the disposal of farmers. The technology must be affordable at low prices, easy to use, productive, and lucrative. It must decrease time and hardness also. Finally, it must be adapted to the local conditions." [Member_R&D.3]

Other actions are considered to diminish costs for the most disadvantaged people, particularly a collective use or *co-consumption* of the product.

> *"That would be ideal if the associations could buy the machines and [allow them to] exploit them together (...)."* [Expert.5]

Accessibility refers to market institutional challenges (e.g. local production, distribution system, etc.). To make the seeder accessible, as already mentioned, the local blacksmiths assume its production.

> *"Thanks to the proximity of blacksmiths, farmers should no more walk long distances to be equipped." [Member_R&D.2]*

All interviewees recognized the usefulness of the new seeder. It increases agricultural production and reduces cost. Thus, users could save money.

> *"The animal-drawn seeder asks for 1 man/day by hectare. With the hoe, it is equivalent to 8 to 12 men/day. With the motorized seeder, it is only 0,3 man/day by hectare."* [Member_R&D.1]
>
> *"With the new seeder, work time decreases, hardness diminishes and production increases."* [Farmer_Other.3]
>
> *"It is a time, energy and money saver. They save money for seeds and fertilizers, and for the maintenance of oxen."* [Member_NGO.3]
>
> *"One hectare in less than 2 hours, with less than 2 liters of fuel, which is the seeder."* [Member_R&D.2]

It appears also that the seed machine is a value technology, because it is multifunctional, easy to use, and it improves end product quality. Thus, it can be applied with different types of cereals (sorghum, peanut, millet and corn, etc.), or it may be used for agricultural inputs use (seeds, fertilizers) or weeding the land.

> *"After trials, I preferred the new seeder because of the quality of the sorghum, which was higher than that of the old seeder."* [Farmer_ Tester.12]
>
> *"We have had a lot of issues with the old seeder (...).The motorized seeder makes easier our work. We have got what we do not imagine. We want them to surprise us more with their research. That will bring much greater progress and ensure food security."* [Farmer_ Tester.10]

5.3.2 Economic impact

In addition to new business for blacksmiths, our results show that the new seeder is seen as a way to create jobs and agricultural services entrepreneurship for youth, who can provide services for farmers who cannot afford the innovation.

> *"It is an opportunity for youth to start a business in the agricultural sector. It is a support for agricultural entrepreneurship."* [Member_NGO.3]

5.3.3 Social impact

The introduction of the seeder could also have social impacts. For instance, we found that the new seeder could be also a mean of empowerment for women or even disabled persons. The majority of women in rural areas do not have access to farm equipment.

> *"We want to pursue change together, and that we will no more see those poor women bending their backs down to sow, weed. It is not about providing them tractors, there is lighter equipment."* [Expert.4]
>
> *"In our perspectives, we intend to make it accessible for physically disabled persons."* [Member_R&D.1]

Additionally, the seeder confers the farmers a feeling of social progress and of promotion of the agricultural profession.

> *"When you go to villages nowadays, young people, when they tell their story, you would be surprised. Because before a young guy was proud to say 'the whole day I beat everybody at ploughing'. Young men even got women for marriage because of that, because they were great cultivators. But now, young people think that that is being a bull and nobody was born to be a bull. This is because they have seen tractors, they have seen tillers, seeders (...)."* [Expert.4]
>
> *"With this seeder, if you are alone to sow, others can do other things. That is progress."* [Farmer_Tester.1]

As its purpose is to increase production in order to fight food insecurity and to improve farmers' revenues, the new seeder has also a positive impact on social and familial cohesion.

> *"If the family is self-sufficient, it will prevent conflicts within it, decrease strains on the marriage."* [Farmer_Tester.4]

5.3.4 Environmental impact

Conceptualized in the development phase with reduced, recycled and reused resources, fuel-efficient and exerting little pressure on soils, the new seeder considerably decreases fertilizer use. It can be definitely considered eco-friendly.

> *"The seeder allows putting micro-doses of fertilizer. It allows using in the field just what is needed and to avoid to put too much of it. It is a light machine that exerts little pressure on the soil. (...) One hectare in less than 2 hours with less than 2 liters of fuel that is the seeder."* [Member_R&D.2]

In this seed machine case, we found that the initiation (idea generation) phase is also important because environmental sustainability was intentionally integrated. In this phase, the initiation

of the new seed machine was based to seek a solution (mechanization and motorization of micro-doses use) to face the climate change. In addition, in the diffusion (commercialization) phase, making the product locally (proximity of blacksmiths) can be considered as eco-friendly in terms of the logistic damage reduction on the environment.

5.3.5 Continued collaboration impact

For this innovation, collaboration goes beyond all the process. To make it sustainable, collaboration must be continued. For instance, the research center has to be in contact with manufacturers to provide them with crucial updated information.

> *"Research makes recommendations (...) to manufacture disks. Our craftsmen don't have this information and don't master the concept of accuracy. The disk is manufactured with millimeter accuracy."* [Member_R&D.1]

Moreover, we see that the collaboration experience in this seeder innovation process pushes participants to be more open to new collaborations.

> *"I wish that they don't let me down, that we can continue working together so I can acquire new knowledge."* [Farmer_Tester.4]

6. Discussion

In this study, we extend existing research by proposing a conceptual model that contributes to a clearer understanding how frugal innovation works out in practice in developing countries, namely Mali. Thus, this study serves to better reveal the antecedents, drivers and impacts of frugal innovation in a holistic way. As such, our study answers the call of Pisoni et al. (2018) for a better understanding of the frugal innovation process, in different contexts (Hossain, 2018a). Until now, most research has considered the process of frugal innovation as a black-box. Our study is an initial attempt to analyze the whole innovation process of frugal innovation. In addition, empirical studies on frugal innovation are practically nonexistent (Mourtzis et al. 2019), the main works are linked to the Indian or Chinese context, and often focused on firms' innovation perspective (Cunha et al., 2014). Thus, our in-depth qualitative case study investigated in Malian agricultural sector can be relevant, given the growing interest for the African markets in a context of globalization.

Particularly, our findings make some important contributions to the literature.

First, concerning the antecedents, we confirm findings of prior theoretical research that frugal innovation emerges from both resource constraints, institutional voids and basic needs (e.g. Prahalad, 2005; Bhatti and Ventresca, 2013). This has important implications in the complete innovation process (Tiwari and Herstatt, 2012b). Contrary to previous works, our study provides empirical evidence of those antecedents in a real situation.

Secondly, we found that the process of frugal innovation is non-linear and combines different drivers, such frugality, bricolage capabilities and collaboration in order to achieve more expected products to low-income users in developing countries. This makes an important contribution to the extant literature by showing how frugal innovation overcome constrained environments.

Our findings reveal that frugality is a key driver. Frugality has been applied in the development phase of innovation by using less, recycled and reused resources, and seeking to integrate new functionalities in the motorized seeder. Our study confirms the findings of recent studies that bricolage can help to overcome resource constraints and institutional voids in developing countries and can be an important driver for the development phase of frugal innovation (Cunha et al., 2014; Gurca and Ravishankar 2015; Ernst et al., 2015; Cai et al., 2019). As Radjou et al. (2012) and Cunha et al. (2014), we argue that frugal innovation activities occur not necessarily under improvisation, which refers to time pressure. We observed that bricolage capabilities result from the recombination of existing technologies and materials (e.g. using old version of seeder and engine of motorcycle, using recycled tires to protect wheels) in a new creative way, for new purposes. This happened essentially thanks to local skills (of blacksmiths), which are relevant for the innovation process (Gupta et al., 2003; Govindarajan and Ramamurti, 2011).

In addition, our study adds to the literature on multi-actors collaboration and open innovation, which has mainly highlighted innovation practices in developed countries. Only Hossain (2018b) has explored open innovation in the context of frugal innovations in India. His findings reveal that frugal innovations developed by small firms in rural India need more support in the development than in the commercialization phase. Cai et al. (2019) have called future research to incorporate an open innovation perspective to explore the drivers of frugal innovation. Rightly, our case study addresses an innovation project where multiple actors were involved, including a research center, foreign partners, NGOs, users and local small entrepreneurs

(blacksmiths). As the project main actor, the research center was able to mobilize external knowledge and resources.

As Tiwari and Herstatt (2012b), in our study, the factor of collaboration seems crucial in all phases of frugal innovation. We observed that collaboration is related to different activities and phases of the innovation process, and to different types of stakeholders. In the initiation phase, the project results from multiple interactions between the research center and farmers needed for understanding farmers' needs and generating ideas. In the development phase, we have seen that collaboration in constrained environments allows access to foreign partners and NGOs financial and technical resources, farmers' information, experimentations and feedbacks, local small entrepreneurs' skills and proximity, and leads to mutual learning, capacity building and trust reinforcement, which seem to improve the success of frugal innovation. In the diffusion phase, we have seen that the lack of financial resources can be a limit to scale up innovation (Bocken et al., 2016). Our case study shows that frugal innovation can be diffused via partnerships with other projects, collaboration with users and proximity of local entrepreneurs. Contrary to the work of Ernst et al. (2015) focused on different markets, we found the necessity of standardization for frugal innovation, if multiple local small entrepreneurs share the same market. Our findings are in line with previous scholars that have taken into account local resources and capabilities (Rosca et al., 2017), proximity and distance aspects (Hossain et al., 2016) as different strategies for frugal innovation business model success. This collaboration would not have been possible without trust, which is prerequisite in a rural context (Prahalad, 2005). In this study, we argue that frugality, bricolage capabilities and collaboration can be aligned for delivering frugal innovation. In addition, the role played by the innovation promoter is central in the whole frugal innovation process, by coordinating all activities.

Finally, we provide an advancement in the extant literature by observing the potential of frugal innovation to impact low-income market and sustainability (Sharma and Iyer, 2012; Shivdas and Chandrasekhar, 2016; Rosca et al., 2017). We also identified another impact in the continuity of collaboration. Indeed, in terms of possible impact on low-income markets, the motorized seeder aims to create value to the low-income customers by focusing on cost reduction and new functionalities. Thus, it has the potential to be an affordable value product that meet the needs low-income customers (Cai et al., 2019), and can be accessible, adaptable and appropriate (Basu et al., 2013; López et al., 2019). In doing so, we argue that this product can result in a disruptive innovation (Zeschky et al., 2014), because it offers more than customers' expectations (Ernst, et al. 2015) in terms of functionalities.

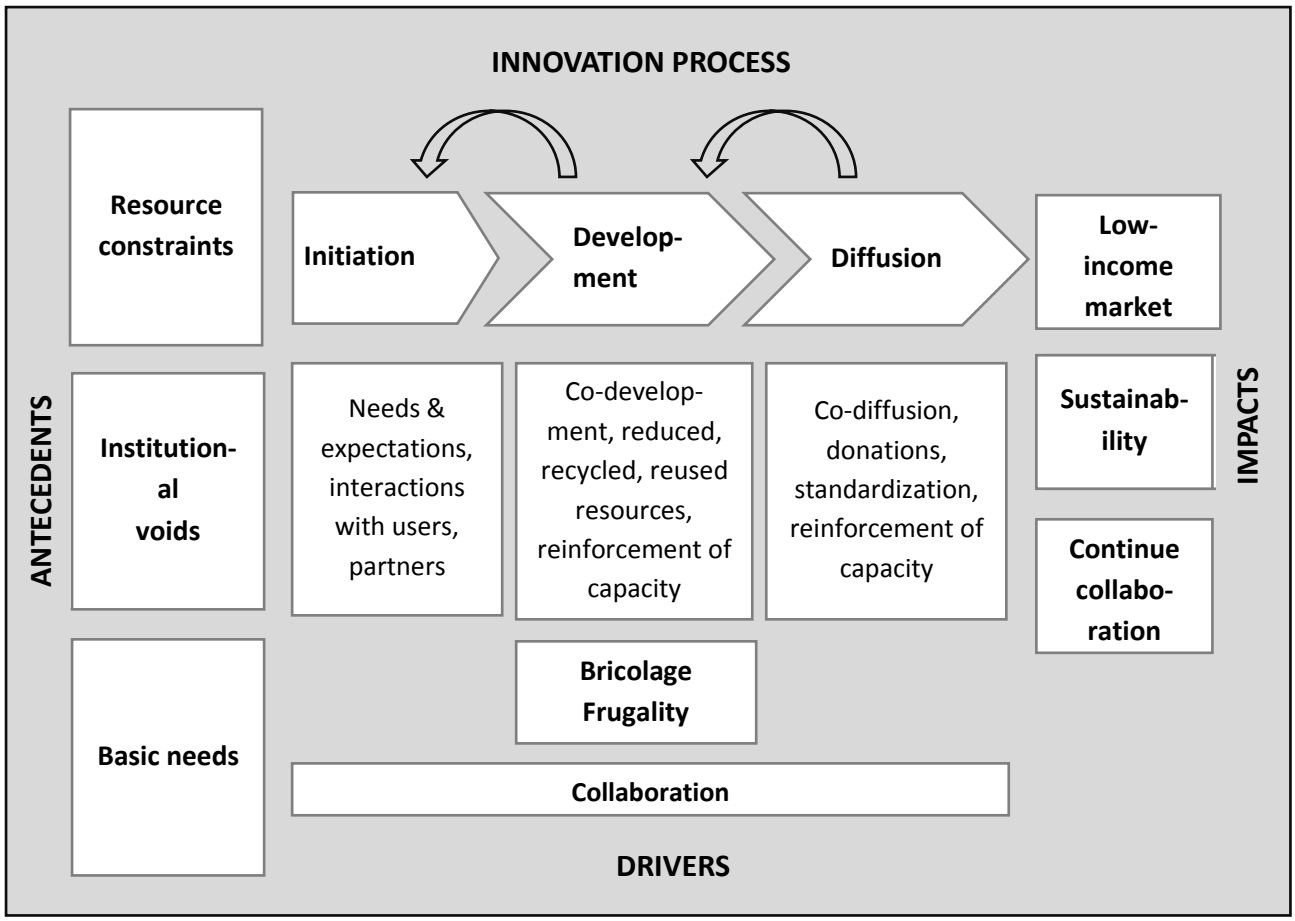

Figure 14. Proposition of a model for frugal innovation

In addition, in our study, frugal innovation appears to result from the combination of economic, social and environmental sustainability. In the economic aspect, frugal innovation may play a significant role by opening new business opportunities for local entrepreneurship and through job creation (Radjou et al., 2012). Social aspect means that frugal innovation intentionally addresses social needs or problems and contributes to social change (change of attitudes or perceptions), resulting in social value creation (Phills et al., 2008; Cajaiba-Santana, 2014; Sinkovics et al., 2014; van der Have and Rubalcaba, 2016). Social sustainability can occur, in our case study, by taking into account the basic needs of neglected customers in agriculture and food sectors in developing markets, and creating social value for customers. Our findings show also that frugal innovation can affect customers' perceptions about the improvement of their activities, their self-esteem, and local people empowerment (e.g., women) and progress (George et al., 2012), etc. Our results reveal also that frugal innovation is about delivering environmental sustainability by using less, using recycled or reused resources. Our study confirms the findings of extant literature that stipulates that frugal innovation can deliver eco-friendly solutions

(Sharma and Iyer, 2012; Pansera and Sarkar, 2016). In sum, combining those three dimensions of sustainability is the key to ensure the success of sustainable business models (Rosca et al., 2017). In addition, we discovered continued collaboration as an impact of frugal innovation. It is crucial to maintain collaboration over time for products improvement.

Driven by frugality, bricolage capabilities and collaboration, we argue that frugal innovation emerges in constrained environments in developing countries, is a dynamic process and should respond to the needs of low-income customers and sustainability issues.

7. Conclusion

This research analyzes how frugal innovation works out in practice by studying its antecedents, drivers and impacts. Our research has important implications for innovation managers as well as for policymakers. In terms of implications, this study provides more details to managers that would like to conduct or implement an innovation project in constrained environments. The research suggests that the managers should redefine their business models, redesign existing technologies and seek to combine different local resources and skills, and collaboration in order to offer affordable value solutions to neglected low-income customers (Tiwari and Herstatt, 2012b; Pansera and Owen, 2015). They must be encouraged for a better integration of sustainability and be interested by frugal innovations. Given the importance of developing markets, local entrepreneurs should play a crucial role for promoting frugal innovation and enhancing competitive advantage. In developing countries, it is important to note that resource constraints and institutional voids should not be only viewed as barriers but as the way to stimulate creativity, innovation (Cunha et al., 2014), and to gain new market opportunity for local development.

Given the strategic importance of innovation in growth, especially in agricultural and foods sector, in developing countries as Mali, policymakers can play a key role in terms of market institutions (Prabhu, 2017) to facilitate farmers' use of technologies. It could be also relevant to bring frugality, bricolage and collaboration in public research and development centers. Our case study show how a public research organization deliver a frugal innovation with its partners, farmers and local small entrepreneurs. In this respect, policymakers can create opportunities for local entrepreneurs and respond to social demands. According to Hall et al. (2018), it becomes particularly relevant for public research labs and universities to be a driver of sustainable technologies for local entrepreneurs and firms in constrained environments. Finally,

policymakers can also continue encouraging co-consumption (equipment sharing in rural areas) perhaps through farmers' organizations. We believe that frugal innovation can contribute to SDGs and turn agriculture into a very attractive sector for youth in poor African countries if policymakers catch seriously this opportunity.

This study is not without limitations. Those come mainly from the exploratory nature of qualitative research, and from the single case study. Despite the originality of our innovation case study in Malian agricultural sector, it is not generalizable. Future research could use a quantitative method to test attributes found regarding antecedents, drivers and impacts of frugal innovation, and their relationship. It would be interesting to study this concern from multiple case studies, across different sectors or countries. It should also be interesting to take into account the cultural factors of the context in which frugal innovation occurs. Finally, in this context of multi-actors collaboration and multi-sourcing of components, future research could attempt to clarify the type and the ownership of intellectual property.

Conclusion générale

En conclusion, cette thèse fournit plusieurs éléments de réponses aux questions de recherche. Par ailleurs, au travers des résultats obtenus, nous proposons un certain nombre de contributions théoriques, managériales et politiques mais aussi nous présentons les limites, les perspectives et un regard critique de notre recherche.

1. Réponses aux questions de recherche

L'innovation est communément admise comme le moteur de transformation de nos sociétés. Les innovations dans les PVD ne semblent pas correspondre aux attentes de la grande majorité des utilisateurs potentiels. Ces utilisateurs disposent de très faibles revenus, et ont peu d'accès aux innovations qui pourraient répondre à leurs besoins. En effet, ces innovations sont en général le résultat de processus linéaires de type *technology-push*, qui ne prennent pas toujours en compte les besoins locaux. De plus, elles sont le plus souvent introduites depuis les pays développés sans réelle adaptation aux conditions d'usage et aux moyens financiers des utilisateurs. Toutefois, la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation suscite beaucoup d'intérêts, afin de mieux intégrer leurs besoins et préférences, voire leurs connaissances. En complément, certains travaux plaident pour un changement de paradigme d'innovation. Pour eux, on doit apprendre à innover avec moins pour une large population, surtout dans les pays pauvres. Ces différentes visions engendrent aujourd'hui beaucoup de questionnements dans le champ de la gestion de l'innovation.

Partant de ces constats, nous avons souhaité approfondir la compréhension sur l'innovation au service des utilisateurs dans les PVD, notamment dans la dynamique actuelle du secteur de l'agriculture au Mali, en s'appuyant sur les approches de participation et d'innovation frugale. Ainsi, nous avons tenté de répondre à la problématique générale de cette thèse qui a été formulée de la manière suivante : ***comment l'innovation peut-elle mieux répondre aux besoins des utilisateurs dans les pays en voie de développement ?***

Nos principaux objectifs poursuivis étaient au nombre de trois :

- Examiner la relation entre la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation et l'adoption de l'innovation ;

- Comprendre en profondeur la participation des utilisateurs, en analysant ses impacts (contributions et bénéfices) en fonction des phases du processus d'innovation, des modes de participation et de types d'utilisateurs ; et les déterminants susceptibles d'influencer cette participation.
- Comprendre davantage le processus d'innovation frugale à travers ses antécédents, moteurs et impacts.

Ces trois objectifs ont été réalisés dans les trois articles de notre thèse, respectivement.

Le premier article répond à la sous-question : la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation influence-t-elle l'adoption de l'innovation ? Pour tester la relation entre la participation et l'adoption, nous avons mobilisé la littérature existante sur les déterminants de l'adoption des innovations et avons employé une estimation économétrique, menée sur 496 exploitations agricoles au Mali. Les résultats révèlent que l'intensité de participation des utilisateurs (exploitations agricoles) dans les activités d'innovation variétale de sorgho est positivement et significativement liée à la probabilité de trouver de nouvelles variétés de sorgho sur les parcelles de ces utilisateurs. En outre, il ressort que plusieurs caractéristiques des gérants de parcelles (ex., niveau d'éducation, lien avec le chef de l'exploitation) et des exploitations agricoles (ex., actifs et main-d'œuvre disponibles) influencent l'adoption.

Le deuxième article traite la sous-question : comment se déroule la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation ? Quels sont les déterminants de cette participation ? Cet article poursuit la réflexion de l'article précédent en cherchant à comprendre davantage la participation. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur la littérature existante sur la participation des utilisateurs dans l'innovation et sur le cadre d'analyse de Johnson et al. (2000), et nous avons utilisé une méthode de recherche mixte dans un contexte d'innovation variétale de sorgho au Mali.

Tout d'abord une analyse qualitative effectuée principalement sur une cinquantaine d'entretiens nous a montré qu'en participant au processus d'innovation, les utilisateurs peuvent contribuer en termes d'informations, de matériels locaux et d'expérimentation dans différentes phases du processus. Nous avons aussi mis en évidence que les utilisateurs peuvent tirer des bénéfices de leur participation qui sont dynamiques et qui peuvent être regroupés en deux types : bénéfice lié au processus d'innovation, ex., renforcement de capital humain et social, et bénéfice lié à l'innovation elle-même, ex., accès aux technologies appropriées. Ces bénéfices semblent plus

importants dans les dernières phases du processus (essais et diffusion), alors que les contributions apparaissent importantes dans toutes les phases. En plus, nos résultats montrent que les contributions et les bénéfices sont associés à différents modes de participation et à différents types d'utilisateurs (utilisateurs individuels et organisations d'utilisateurs). Comme Johnson et al. (2000), les modes informatif ou consultatif, collaboratif et collégial sont respectivement repérés dans les phases d'initiation, d'essais et de diffusion. Ensuite, dans une analyse quantitative réalisée sur 1859 utilisateurs potentiels (individus), nous avons trouvé que plusieurs déterminants, tels que l'âge, le genre, le capital social, les ressources disponibles dans l'exploitation agricole, la distance entre le village et le centre de recherche, etc. influencent significativement la probabilité de participation des individus.

Le troisième article répond à la sous-question : comment l'innovation frugale se manifeste dans la pratique, en termes d'antécédents, de moteurs et d'impacts ? Ce troisième article complète les deux premiers en poussant la question de l'innovation au-delà de la participation. Ainsi, en s'appuyant sur un cadre conceptuel construit à partir d'une revue de la littérature sur l'innovation frugale, une étude qualitative, basée sur un projet d'innovation de semoir au Mali, a été menée à partir de 24 entretiens. Dans les résultats, les contraintes de ressources, les faiblesses des institutions et la demande pour les besoins de base apparaissent comme antécédents à l'origine de l'innovation frugale. En plus les résultats mettent en évidence que la combinaison de la frugalité, des capacités de bricolage et de la collaboration soutient le processus d'innovation frugale. Pendant que les deux premiers moteurs semblent importants dans la phase de développement, la collaboration apparait essentielle dans toutes les phases du processus d'innovation. Enfin, en termes d'impacts, les résultats montrent le potentiel de l'innovation frugale à affecter (positivement) le marché des utilisateurs à faibles revenus, les aspects économique, social et environnemental de la durabilité, et la poursuite de la collaboration.

2. Contributions théoriques

Cette thèse contribue à la littérature sur la gestion de l'innovation, en apportant de nouvelles connaissances sur la participation des utilisateurs dans l'innovation et sur l'innovation frugale. Malgré l'abondance des travaux menés sur l'innovation, la littérature reste largement dominée par les recherches axées sur les pays développés et sur les secteurs hautement technologiques tels que les secteurs de la télécommunication, des transports, des jeux vidéo, de l'informatique,

des services, etc. Ainsi en s'intéressant au contexte particulier du secteur de l'agriculture dans les PVD, cette recherche apporte cinq principales contributions à la littérature qui découlent des résultats combinés des trois articles.

En premier lieu, cette thèse contribue à faire avancer les recherches sur la relation entre la participation et l'adoption en montrant que l'intensité de participation des utilisateurs dans le processus d'innovation est un déterminant crucial qui favorise l'adoption de l'innovation. En effet, la littérature existante en gestion de l'innovation sur les déterminants de l'adoption de l'innovation se focalise très généralement sur les caractéristiques de l'innovation, les caractéristiques individuels des utilisateurs et les réseaux sociaux (Rogers, 1995 ; Venkatesh et Davis, 2000 ; Frambach et Schillewaert, 2002 ; Wisdom et al., 2014), ou encore les facteurs organisationnels et contextuels (Meyer et Goes, 1988 ; Frambach et Schillewaert, 2002 ; Damanpour et Schneider, 2006 ; Unsworth et al., 2012 ; Wisdom et al., 2014 ; Lin et al., 2019). Ces travaux nous enseignent peu sur le potentiel de la participation des utilisateurs dans l'innovation à influencer l'adoption de l'innovation, qui devient de plus en plus complexe. Comme nos résultats le montrent dans cette thèse, les utilisateurs dans le processus d'innovation sont capables de contribuer dans plusieurs phases du processus, d'apprendre et de jouer un rôle important. A ce titre, la participation peut être vue comme un préalable à la construction des perceptions des utilisateurs, d'après Lin et al. (2011). En plus, en se basant précisément sur l'adoption de l'innovation, cette thèse enrichit les études antérieures sur la participation qui se sont intéressées à l'impact de l'intensité de la participation des utilisateurs sur la performance de l'innovation (Gruner et Homburg, 2000 ; Fang et al., 2008 ; Hoyer et al., 2010). Nos résultats s'inscrivent également dans la lignée des rares travaux sur l'innovation agricole qui ont montré que la participation des utilisateurs est un déterminant susceptible de favoriser l'adoption d'innovations (Diagne, 2006 ; Smale et al., 2010 ; Kiiza et al., 2012 ; Abakemal et al., 2013 ; Angarawai et al., 2016). Nous enrichissons effectivement ces derniers travaux en analysant la participation par son intensité.

En deuxième lieu, cette recherche propose une meilleure compréhension de la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation en montrant que la participation dans l'innovation est multidimensionnelle (Cavaye, 1995), et en améliorant le cadre d'analyse de Johnson et al. (2000). En effet, les études antérieures se concentrent sur une seulement dimension de la participation à la fois, généralement sur les contributions des utilisateurs ou les bénéfices (von Hippel, 2005 ; Schreier et Prügl, 2008; Magnusson, 2009 ; Chatterji et Fabrizio, 2014 ; Candi et al., 2016 ; Bano et al., 2017), dans certaines phases du processus d'innovation (Gruner et

Homburg, 2000 ; Carbonell, 2009 ; Hoyer et al., 2010 ; Schaarschmidt et Kilian, 2014 ; Chang, 2019), ou encore se focalisent sur les utilisateurs pilotes (Shah et Tripsas, 2007). Dans cette thèse, nous mettons en évidence, dans une approche holistique, sous l'angle des utilisateurs, six dimensions pour une meilleure compréhension de la participation : impacts de la participation (contributions et bénéfices), modes de la participation (consultatif, collaboratif et collégial), étendue de la participation (phases du processus d'innovation), contexte de la participation (innovation), types de participants (individuels et organisationnels) et déterminants de la participation. Nos résultats montrent que les contributions et les bénéfices sont dynamiques au cours du processus d'innovation, avec différents modes de participation, et sont associés à différents types d'utilisateurs. Ces contributions et bénéfices sont nécessaires et sont complémentaires d'un type d'utilisateurs à un autre, pour la bonne marche du processus d'innovation. Nos résultats révèlent que même si les femmes semblent contribuer au processus, toutefois leur présence est très faible. Ainsi, nous apportons une lumière sur la participation selon le genre qui reste inexplorée dans la littérature sur la gestion de l'innovation. En plus, cette thèse contribue à la littérature existante en identifiant plusieurs déterminants de la participation (Cui et Wu, 2018).

Contrairement à la grande majorité des travaux sur la participation des utilisateurs dans l'innovation qui se basent sur les contextes hautement technologiques ou virtuels (Rohrbeck et al., 2010 ; Bosch-Sijtsema et Bosch, 2015) dans les pays développés, cette thèse contribue également à la littérature en s'intéressant au contexte des PVD, particulièrement le secteur de l'agriculture. Comme l'ont montré Chang et Taylor (2016), la participation des utilisateurs dans l'innovation apparait plus importante pour la performance de l'innovation dans les pays moins développés que dans les pays développés. Car, les entreprises dans ces premiers pays sont souvent jeunes, disposent de peu de connaissances accumulées et font face à un environnement beaucoup plus incertain. Il devient donc crucial pour ces entreprises d'avoir des informations et des connaissances venant des utilisateurs. Pour les mêmes raisons, selon ces auteurs, la participation des utilisateurs dans l'innovation semble être plus intéressante pour la performance de l'innovation dans les secteurs faiblement technologiques (comme le secteur de l'agriculture) que dans les secteurs hautement technologiques. Or, lorsque l'innovation a été étudiée dans les PVD, les travaux se sont essentiellement concentrés sur son adoption (ex., Rogers, 1995 ; Sunding et Zilberman, 2001). Dans la littérature, les recherches sur la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation sont jusque-là très théoriques, à l'exception de celles réalisées dans le contexte d'Asie et d'Amérique latine (Lilja et Ashby,

1999 ; Weltzien et al., 2001 ; Johnson et al., 2000, 2003 ; Smale et al., 2003 ; Paris et al., 2008 ; Bartlett, 2011), qui ont analysé principalement l'approche participative en termes de coûts et bénéfices.

En troisième lieu, cette thèse apporte une contribution importante à la littérature émergente sur l'innovation frugale en montrant comment elle se manifeste dans la pratique, à travers ses antécédents, moteurs et impacts. Ceci enrichit les réflexions sur les solutions innovantes dans les milieux où les ressources sont rares et les institutions sont faibles, afin de mieux répondre aux besoins des utilisateurs à faibles revenus et mal desservis. Contrairement à la littérature existante qui reste largement théorique (Mourtzis et al. 2019), ou dominée par le contexte indien (Pisoni et al., 2018 ; Hossain, 2018b), où le plus souvent le processus d'innovation frugale est présenté comme une boite noire (ex., Bhatti et Ventresca, 2013 ; Hossain, 2018a), cette thèse propose une meilleure compréhension de l'innovation frugale en mettant en évidence plusieurs de ses dimensions, dans une approche holistique, dans le contexte des PVD en Afrique. Tout d'abord, cette thèse confirme que l'innovation frugale émerge de la combinaison des contraintes de ressources, de faiblesses institutionnelles et de la demande pour des besoins essentiels (Prahalad, 2005 ; Bhatti et Ventresca, 2013). En plus, en ouvrant la boite noire du processus d'innovation frugale, cette thèse met en évidence plusieurs dimensions, notamment la frugalité (Rao, 2017), le bricolage (Gurca et Ravishankar, 2015 ; Ernst et al., 2015 ; Cai et al., 2019) et la collaboration (Tiwari et Herstatt, 2012b), qui permettent de mieux comprendre ce processus. Enfin, nous avons montré que l'innovation frugale a non seulement le potentiel d'apporter des solutions de valeur et de rupture (Zeschky et al., 2014 ; Cai et al., 2019), abordables, accessibles, appropriées (Basu et al., 2013 ; López et al., 2019) aux utilisateurs dans les PVD, mais aussi est susceptible de contribuer à la durabilité sur le plan économique, social et environnemental (Sharma et Iyer, 2012 ; Shivdas et Chandrasekhar, 2016 ; van der Have et Rubalcaba, 2016 ; Rosca et al., 2017). Ce qui peut aboutir à une collaboration continue entre les acteurs, comme nos résultats le révèlent.

En quatrième lieu, ce travail doctoral montre l'importance de la participation des utilisateurs et de la collaboration multi-acteurs pour développer des innovations qui répondent aux besoins des utilisateurs dans les PVD, où les conditions d'innovation semblent être très difficiles. Comme nos résultats le montrent, les centres de recherche agricole au Mali s'ouvrent aux connaissances locales des utilisateurs et aux compétences des autres acteurs locaux comme les artisans, mais aussi ils s'appuient sur ces mêmes acteurs locaux pour la production et la commercialisation des innovations ainsi développées. De plus, ils cherchent des soutiens

financiers et techniques des partenaires étrangers. Ainsi, cette thèse contribue au développement de la littérature sur l'*open innovation* (Chesbrough, 2003), particulièrement dans les PVD. A notre connaissance, seul Hossain (2018b) a empiriquement montré le potentiel de l'*open innovation* dans la mise en œuvre des innovations frugales en Inde, où la collaboration entre les acteurs était très significative dans les phases de développement et de commercialisation du processus d'innovation frugale.

En dernier lieu, cette thèse met en avant que l'innovation au service des utilisateurs dans les PVD est une innovation qui devrait regrouper les dimensions participative et frugale, lesquelles interagissent les unes avec les autres et se complètent. Avec cette thèse nous proposons donc des modèles de processus d'innovation participative et frugale qui constituent une base pour les recherches et les projets futurs.

3. Implications managériales

Cette thèse apporte un certain nombre d'implications importantes à la fois pour les gestionnaires de projets d'innovation dans les institutions publiques de recherche, dans les ONGs, que pour les gestionnaires dans les entreprises qui s'intéressent aux utilisateurs à faibles revenus et mal desservis dans les PVD. Vu la complexité de l'innovation et son adoption dans les PVD, cela implique à ces gestionnaires d'embrasser les approches de participation dans l'innovation et d'innovation frugale afin de mieux servir les utilisateurs dans ces pays. Pour ce faire, ils devraient précisément multiplier d'efforts pour :

- Impliquer les utilisateurs (hommes/femmes) dans les phases d'initiation, d'essais et de diffusion du processus d'innovation. Cela permettrait de prendre en compte les besoins et préférences, les solutions existantes, les matériels locaux et les connaissances locales afin de stimuler le développement de l'innovation et son adoption ;
- Travailler avec les acteurs locaux qui peuvent servir d'interface et de facilitateur (organisations d'utilisateurs) ou détenir des compétences avérées (artisans) cruciales pour développer des capacités de bricolages, et il serait aussi intéressant de maintenir cette collaboration dans le temps de façon à actualiser les solutions développées ;
- Chercher à minimiser les coûts (ex., en utilisant les matériels locaux et recyclés) dans la conception de l'innovation tout en apportant de la valeur (ex., offre de nouvelles fonctionnalités) aux utilisateurs ;

- Collaborer à la fois avec les partenaires étrangers qui pourraient apporter des soutiens financier et technique, qu'avec d'autres projets existants qui pourraient jouer un rôle important dans la diffusion ;
- Renforcer les capacités des utilisateurs participant (ex., à travers la formation) dans le processus d'innovation afin qu'ils puissent mener à bien les essais dans leurs localités et parvenir à une meilleure connaissance et utilisation de l'innovation.

Il serait intéressant pour les entreprises locales de saisir les opportunités d'affaires que peut offrir l'approche d'innovation frugale, vu son potentiel à aboutir sur une innovation de rupture. Dans la même lignée, les centres de recherche et les ONGs sont vivement encouragés à accompagner les entrepreneurs locaux, que ce soit les organisations d'utilisateurs ou les artisans locaux, dans leur élan de production et de commercialisation de l'innovation, et renforcer leurs capacités, car cela facilite la disponibilité des innovations et développe l'entrepreneuriat au niveau local. Enfin, étant donné l'intérêt de l'approche d'innovation frugale pour servir les utilisateurs à faibles revenus et mal desservis, les entreprises devraient également repenser leurs modèles économiques et embrasser cette approche dans les pays développés, où de plus en plus de personnes sont confrontées à la baisse de leur pouvoir d'achat.

4. Implications politiques

En termes d'implications politiques, cette thèse se veut de proposer plusieurs enseignements aux décideurs politiques et bailleurs de fonds qui souhaitent engager auprès des populations pauvres dans les PVD à travers l'innovation. Parallèlement, les résultats dans cette thèse semblent aussi avoir le potentiel de contribuer aux objectifs de développement durable (ODD) à l'échelle locale des communautés rurales. Ces objectifs, notamment 2 et 9 (voir annexe C), soulignent clairement l'importance de l'innovation et de l'agriculture dans l'atteinte d'un développement durable (qui regroupe la lutte contre la pauvreté, la sécurité alimentaire, le bien-être des populations, la création d'emploi, l'environnement, entre autre), surtout dans les pays pauvres. Par conséquent, afin de mieux répondre aux besoins des utilisateurs dans les PVD, cette thèse recommande aux décideurs politiques et aux bailleurs de :

- Encourager la participation dans l'innovation et l'innovation frugale afin de favoriser l'adoption de technologies plus appropriées, accessibles et abordables aux populations à faibles revenus. Ce qui pourrait améliorer la productivité agricole, la sécurité alimentaire et les contions de vies des populations rurales ;

- Promouvoir les innovations participative et frugale comme un moyen pour soutenir l'entrepreneuriat local et pour renforcer l'autonomisation des femmes et les jeunes ;
- Soutenir une culture de participation dans l'innovation et d'innovation frugale dans les instances publique de recherche et développement ;
- S'assurer que la phase de commercialisation de ces innovations ne soit pas détournée de l'objectif de frugalité ;
- Stimuler une synergie de proximité entre les acteurs de la recherche agricole, les entrepreneurs locaux et les utilisateurs pour le développement ou l'adaptation, ou encore la fourniture des technologies qui répondent réellement aux besoins des utilisateurs à peu de frais ;
- Soutenir une agriculture durable et intelligence qui trouve sa place dans l'écosystème des exploitations agricoles, avec l'utilisation de technologies comme le microdosage avec le nouveau semoir ou la race guinéenne de sorgo, qui semblent avoir le potentiel d'apporter une réponse face au changement climatique.

5. Limites et perspectives

Malgré que cette recherche offre plusieurs contributions, elle comprend certaines limites qui sont liées aux choix méthodologiques.

Pour rappel, nous avons eu recours dans cette thèse à une méthodologie de recherche mixte. Concernant la participation des utilisateurs, dans l'investigation quantitative, les répondants n'ont été demandés que sur leur participation dans les phases d'essais ou de diffusion du processus d'innovation, et non sur l'ensemble des phases du processus. Avec les données ainsi disponibles, il n'était pas possible de distinguer les individus en fonction de leur participation à une seule phase ou à plusieurs phases du processus. Ceci aurait pu nous permettre de pouvoir examiner les déterminants pour chaque niveau de participation dans le processus d'innovation. Cela aurait pu aussi permettre de pouvoir estimer plus précisément le comportement d'adoption selon l'intensité de participation à une telle ou telle phase du processus d'innovation. S'agissant de l'innovation frugale, malgré l'originalité de ce cas unique, il pourrait être confronté à toute généralisation hors de son contexte géographique. En plus, une autre limite pour ce cas réside dans le fait que le semoir n'a pas été encore mis sur le marché pour une commercialisation à grande échelle. A cela s'ajoute une autre limite qui réside dans l'utilisation de la technique d'observation, car n'ayant pas été présent pendant toute la saison des cultures pour constater

réellement certaines pratiques, l'observation a porté sur la présence des innovations en question, des services agricoles et des infrastructures de base (ex., route, électricité, marché) dans le milieu rural.

Plusieurs perspectives de recherche émergent de cette thèse. Les recherches futures pourraient identifier d'autres facteurs (ex., accès aux technologies digitales) influençant aussi bien la probabilité de participation des utilisateurs dans l'innovation que l'adoption de l'innovation. En plus, la pratique de l'approche participative dans le secteur de l'agriculture au Mali n'est pas sans contraintes (ex., conflits, rapports de pouvoir entre parties prenantes, contraintes socioculturelles, etc.). Il nous semblerait aussi intéressant de comprendre les réticences des utilisateurs par rapport à la participation. Dans cette thèse nous avons examiné l'adoption pour la seule campagne agricole de 2014. Les recherches futures pourraient étudier l'adoption continue dans une étude longitudinale. Notre recherche a également proposé des modèles conceptuels du processus d'innovation participative et frugale. À l'avenir, il est recommandé de mener une étude empirique afin de tester la relation entre les différentes dimensions dans ces modèles. Une autre piste de recherche serait d'étudier la propriété intellectuelle autour de ces innovations. De façon générale, cette recherche a pris les cas d'innovations technologiques pour illustrer l'importance de l'innovation au service des utilisateurs dans les PVD, il est recommandé aux futures recherches de s'inscrire dans cette dynamique et d'explorer davantage de cas d'innovations qui peuvent être aussi non technologiques.

6. Un regard critique des résultats

Pour conclure ce point, nous souhaitons discuter de quelques éléments de recul par rapport à notre problématique de recherche.

Premièrement, nos résultats montrent l'importance de la participation des utilisateurs dans le processus d'innovation afin de mieux répondre à leurs besoins dans les PVD. Toutefois, nous pensons que la participation n'est pas une fin en soi mais le début d'une pratique qui devrait s'inscrire dans le temps et dans l'espace. Il faut être conscient que si la participation semble avoir des avantages l'innovation, elle peut aussi engendrer des risques, voire même être de façade si elle est imposée par les bailleurs de fonds. Par ailleurs, la participation des utilisateurs signifie aussi l'ouverture à la nouveauté, et donc la possibilité d'essayer des innovations venues d'ailleurs. Dès lors cette thèse ne prétend pas à ce que les innovations issues de la participation soit toujours les meilleures mais encourage la participation dans un environnement complexe

où les besoins réels des utilisateurs semblent être fort longtemps négligés ou mal compris. Vu que l'application de l'approche participative est relativement encore récente dans notre contexte d'étude, la question de savoir si elle va significativement change la donne au profit des utilisateurs demeure toujours en suspens…

Deuxièmement, nos résultats mettent en évidence le potentiel de l'innovation frugale pour répondre aux besoins des utilisateurs dans les PVD. Comme présenté dans la littérature, l'approche d'innovation frugale est souvent vue comme étant à l'opposé de l'approche traditionnelle d'innovation, qui demande des investissements en recherche et développement afin de stimuler l'innovation et le progrès. Comme le souligne Radjou et al. (2012), avec le paradigme d'innovation les pays pauvres vont bruler des étapes pour accéder au développement. Or, ces investissements peuvent aussi sous-entendre le rôle important de l'accumulation de connaissances et la recherche continue pour l'innovation. Ainsi, cette opposition n'est pas véritablement une, quand on constate que la plupart des exemples d'innovation frugale s'inspire des technologies existantes issues de la vision traditionnelle. On pourrait donc se demander sans les dépenses colossales dans les pays développés, est-ce qu'il y aurait question d'innovation frugale ? Est-ce que, à un moment donné, l'approche d'innovation frugale ne serait-elle pas assimilable à une forme d'imitation qui découragerait les investissements en recherche et développement ? Est-ce que l'approche d'innovation frugale serait-elle pertinente dans les secteurs stratégiques (ex., aérospatial). Tous ces questionnements ont émergé au cours de cette thèse. Bien que l'innovation frugale soit incontournable pour les populations pauvres, nous pensons que les investissements en innovation devraient aussi continuer. Par ailleurs, Pansera (2018) argumente que la littérature sur l'innovation frugale cherche de nouvelles solutions innovantes pour les populations pauvres dans les PVD et néglige les sources des problèmes, qui sont principalement la corruption, la mauvaise gouvernance, les inégalités sociales, entre autre. Est-ce peut-on parler de durabilité dans ces conditions ?

En définitive, nous pensons que le développement d'un pays en général, ou la révolution de l'agriculture africaine en particulier, n'est pas seulement liée à l'utilisation d'une innovation mais à la combinaison de plusieurs facteurs parfois sociales, culturelles, voire politiques ou géopolitiques. Toutefois, l'espoir est permis afin de cultiver la créativité dans la pauvreté pour en sortir et d'assurer le bien-être des populations.

Références

Abakemal, D., Hussein, S., Derera, J., Laing, M. (2013). Farmers' Perceptions of Maize Production Systems and Breeding Priorities, and Their Implications for the Adoption of New Varieties in Selected Areas of the Highland Agro-Ecology of Ethiopia. *Journal of Agricultural Science*, 5, 159-172.

Abate, G.T., Rashid, S., Borzaga, C., Getnet, K. (2016). Rural Finance and Agricultural Technology Adoption in Ethiopia: Does the Institutional Design of Lending Organizations Matter? *World Development*, 84, 235-253.

Abrami, G., Bazile, D., Trébuil, G., Le Page, C., Bousquet, F., Dionnet, M., Vejpas, C. (2008). Accompagner l'évolution des systèmes semenciers céréaliers au Mali et en Thaïlande. *Cahiers Agricultures*, 17(2), 210-215.

Abrell, T., Benker, A., Pihlajamaa, M. (2017). User knowledge utilization in innovation of complex products and systems: an absorptive capacity perspective. *Creativity and Innovation Management*, 27(2), 169-182.

Adam, M.E. (1982). *Agricultural Extension in Developing Countries*. Longman Harlow.

Adekunle, A., Oluwatosin, A. (2015). Mécanisation agricole. Document de travail. Conférence Nourrir l'Afrique, Dakar, 21-23 octobre 2015.

Adesina, A.A., Baidu-Forson, J. (1995). Farmers' Perceptions and Adoption of New Agricultural Technology: Evidence from Analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics* 13, 1-9.

Agarwal, N., Brem, A. (2012). Frugal and reverse innovation-Literature overview and case study insights from a German MNC in India and China. In: Engineering, Technology and Innovation (ICE), 2012 18th International ICE Conference on. IEEE, pp. 1-11.

Agarwal, N., Grottke, M., Mishra, S., Brem, A. (2017). A systematic literature review of constraint-based innovations: state of the art and future perspectives. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 64(1), 3-15.

Agyemang, K. (2007). Innovation systems concepts and principles and their application to Integrated Agricultural Research for Development (IAR4D): Personal Views and Perspectives. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/fsn/docs/Innovation_and_Technology_Paper_by_K_Agyemang.pdf.

Aker, J.C. (2011). Dial "A" for Agriculture: Using Information and Communication Technologies for Agricultural Extension in Developing countries. *Agricultural Economics*, 42, 631-647.

Alade, T., Edelenbos, J., Gianoli, A. (2019). Frugality in multi-actor interactions and absorptive capacity of Addis-Ababa light-rail transport. *Journal of Urban Management*, 1-10.

Alademerin, E.A. (2016). Rural Innovations and knowledge systems development and dissemination among cassava cooperative farmers in Southern Nigeria. In *Science, technology and innovation: for sustainable future in the global south* (M. Muchie, A. Desta, M. Mengesha, eds.), pp. 27-47. Africa World Press, Trenton, New Jersey.

Alam, I. (2006). Removing the fuzziness from the fuzzy front-end of service innovations through customer interactions. *Industrial Marketing Management*, 35(4), 468-80.

Ali Khan, M., Shan, J. (2016). Implications of Reverse Innovation for Socio-Economic Sustainability: A Case Study of Philips China. *Sustainability*, 8, 503-523.

Almekinders, C.J.M., Thiele, T., Danial, D.L. (2007). Can cultivars from participatory plant breeding improve seed provision to small-scale farmers? *Euphytica*, 153, 263-272.

Amabile, T.M. (1988). A Model of Creativity and Innovation in Organizations. In: Cummings, L.L., Staw, B.M. (eds), *Research in Organizational Behavior*, 10, pp. 123-167. JAI Press, Greenwich, CT.

Amane, M., Dias, D., Chirwa, R., Rubyogo, J., Tembo, F. (2011). Using innovative approaches in selecting and disseminating bean varieties in Mozambique: lessons learnt. In "10th African Crop Science Conference Proceedings, Maputo, Mozambique, 10-13 October 2011", pp. 283-286.

Angarawai, I.I., Bukar, B., Olabanji, O.G., Iro, N., Haussmann, B.G., Weltzien, E.V., Gwadi, K.W., Gubio, T., Yahaya, Y. (2016). Farmer participatory varietal selection in pearl millet: Experience across some states of Northern Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*, 11, 1421-1425.

Angrist, J.D., Imbens, G.W., Rubin, D.B. (1996). Identification of Causal Effects Using Instrumental Variables. *Journal of the American Statistical Association*, 91, 444-455.

Annala, L., Sarin, A., Green, J.L. (2018). Co-production of frugal innovation: Case of low cost reverse osmosis water filters in India. *Journal of Cleaner Production*, 171, S110-S118.

Arcand, J.L. (2004). Organisations paysannes et développement rural au Burkina Faso, CERDI, Université d'Auvergne, Banque mondiale.

Arnould, E.J., Price, L.L., Moisio, R. (2006). Making contexts matter: selecting research contexts for theoretical insights. In Belk, R.W., Handbook of qualitative research methods in marketing (pp. 106-125). Cheltenham: Edward Elgar.

Arshad, H., Radić, M., Radić, D. (2018). Patterns of Frugal Innovation in Healthcare. *Technology Innovation Management Review*, 8(4), 1-11.

Arslan, A., Belotti, F., Lipper, L. (2017). Smallholder productivity and weather shocks: Adoption and impact of widely promoted agricultural practices in Tanzania. *Food Policy*, 69, 68-81.

Aryal, J.P., Jat, M.L., Sapkota, T.B., Khatri-Chhetri, A., Kassie, M., Rahut, D.B., Maharjan, S. (2018). Adoption of multiple climate-smart agricultural practices in the Gangetic plains of Bihar, India. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 10, 407-427.

Ashby, J. (1996). What do we mean by participatory research in agriculture? In New Frontiers in Participatory Research and Gender Analysis, Proceedings of the International Seminar on Participatory Research and Gender Analysis (PRGA), 9-14 September 1996, Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropica (CIAT) Publication n° 294.

Ashby, J.A. (2009). The impact of participatory plant breeding. In: Ceccarelli, S. Guimaraes, E.P., Weltzien, E. (eds). *Plant Breeding and Farmer Participation*. 649-671. FAO, Rome.

Ashby, J.A., Lilja, N. (2004). Participatory Research: Does it Work? Evidence from Participatory Plant Breeding. In "4th international crop science congress. 26 September-1 October 2004", Brisbane, Australia.

Assefa, A. (2004). Farmer Led Innovation: Experiences and Challenges in Ethiopia. National Workshop Proceedings on Promotion of Farmer Innovation and Experimentation in Ethiopia (Addis Ababa: ASE), pp. 145-157.

Assefa, A., Waters-Bayer, A., Fincham,R., Mudahara, M. (2009). Comparison of frameworks for studying grassroots innovation systems and agricultural knowledge and innovation systems. Ch. 3. In P.C. Sanginga, A. Waters-Bayer, S. Kaaria, J. Njuki and C. Wettashingha, *Innovation Africa: Enriching Farmers' Livelihoods*. Earthscan, London and Sterling, VA.

Assefa, S., Alemneh, D.G., Rorissa, A. (2015). Diffusion of Scientific Knowledge in Agriculture: The Case for Africa. UNT Digital Library.

Athaide G.A., Klink R.R. (2009). Managing seller-buyer relationships during new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 26(5), 566-77.

Atwell, R.C., Schulte, L.A., Westphal, L.M. (2009). Linking resilience theory and diffusion of innovations theory to understand the potential for perennials in the U.S. Corn Belt. *Ecology and Society*, 14(1), 30.

Aune, J.B., Coulibaly, A. (2015). Microdosing of mineral fertilizer and conservation agriculture for sustainable agricultural intensification in sub-Saharan Africa. In: R. Lal et al., editors, *Sustainable intensification to advance food security and enhance climatic resilience in Africa*. Springer Int. Publ., Cham, Switzerland. p. 223-234.

Awika, J.M., Rooney, L.W. (2004). Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, 65(9), 1199-1221.

Badillo, P.-Y. (2013). Les théories de l'innovation revisitées : une lecture communicationnelle et interdisciplinaire de l'innovation ? Du modèle « Émetteur » au modèle communicationnel. *Les Enjeux de l'information et de la communication*, 14(1), 19-34.

Baker, T., Nelson, R.E. (2005). Creating Something from Nothing: Resource Construction through Entrepreneurial Bricolage. *Administrative science quarterly*, 50, 329-366.

Baldwin, C., Hienerth, C., von Hippel, E. (2006). How user innovations become commercial products: a theoretical investigation and case study, *Research Policy*, 35(9), 1291-1313.

Baldwin, C., von Hippel, E. (2011). Modeling a paradigm shift: From producer innovation to user and open innovation. *Organizational Science*, 22(6), 1399-417.

Balse, M., Havard, M., Girard, P., Ferrier, C., Guérin, T. (2015). Quand innovations technique et organisationnelle se complètent : les Coopératives d'utilisation de matériel agricole (Cuma) au Bénin. *Agronomie, Environnement et Sociétés*, 5(2), 17-23.

Bandiera, O., Rasul, I. (2006). Social Networks and Technology Adoption in Northern Mozambique. *Economic Journal*, 116, 869-902.

Bano, M., Zowghi, D. (2015). A systematic review on the relationship between user involvement and system success. *Information and Software Technology*, 58, 148-169.

Bano, M., Zowghi, D., da Rimini, F. (2017). User satisfaction and system success: An empirical exploration of user involvement in software development. *Empirical Software Engineering*, 22(5), 2339-2372.

Barki, H., Hartwick, J. (1989). Rethinking the Concept of User Involvement. *MIS Quarterly*, 53-63.

Barro-Kondombo, C.P., Vom Brocke, K., Chantereau, J., Sagnard, F., Zongo, J.D. (2008). Variabilité phénotypique des sorghos locaux de deux régions du Burkina Faso: la Boucle du Mouhoun et le Centre-Ouest. *Cahiers Agricultures*, 17, 107-113.

Basu, R.R., Banerjee, P.M., Sweeny, E.G. (2013). Frugal Innovation Core Competencies To Address Global Sustainability Introduction: A Call For Global Sustainability. *Journal of Management for Global Sustainability*, 2, 63-82.

Baumard, P., Donada, C., Ibert, J., Xuereb, J.M. (2007). La collecte de données et la gestion de leurs sources. Dans Thietart, R.A. et al. *Méthodes de recherché en management*. Dunod, Paris.

Baumüller, H. (2016). Agricultural Service Delivery Through Mobile Phones: Local Innovation and Technological Opportunities in Kenya. In: F.W. Gatzweiler and J. von Braun (eds.): *Technological and Institutional Innovations for Marginalized Smallholders in Agricultural Development*. Springer. 143-159.

Bazile, D. (2006). State-farmer partnerships for seed diversity in Mali. *Gatekeeper Serie*, 127. IIED, London.

Beegle, K.G., Christiaensen, L., Dabalen, A.L., Gaddis, I. (2016). Poverty in a rising Africa. Washington, D.C.: World Bank Group.

Bélières J-F. (2014). Agriculture familiale et politiques publiques au Mali. Document de travail ART-Dev 2014-13.

Bélières, J.F., Benoit, M.C., Barret, L., Djouara, H., Kébé, D.. (2008). Les organisations de producteurs en zone cotonnière au Mali : Conditions d'émergence et perspectives. Electronic Ressource, Économie rurale.

Bellon, B. (1993). *Innover ou disparaître*. Economica, Paris.

Bellon, M.R., Morris, M.L. (2002). Linking global and local approaches to agricultural technology development: the role of participatory plant breeding research in the CGIAR. Texcoco, Mexico: International Maize and Wheat Improvement Center. CIMMYT Economics Working Paper 02-03.

Benhayoun-Sadafiyine, L. (2017). La capacité d'absorption des PMEs intégrées dans des réseaux d'innovation collaboratifs : évaluation à travers une grille de maturité. Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes.

Bentley, J.W. (1994). Facts, fantasies and failures of farmers' participatory research. *Agriculture and Human Values*, 11 (2-3), 140-150.

Berti, F., Lebailly, P. (2009). L'agriculture familiale africaine au coeur des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), Colloque fédérateur de Bamako, 26-31 octobre 2009.

Besley, T., Case, A. (1994). Diffusion as a Learning Process: Evidence from HYV Cotton. Working Paper No. 174. Research Program in Development Studies, Woodrow Wilson School, Princeton University.

Bharat, S.S., Subash, S.P. (2017). Farmer Innovation System: Rethinking the Way We Look at Farmer Innovations: in Agriculture Under Climate Change: Threats, Strategies and Policies edited by V.V. Belavadi, N. Nataraja Karaba and N.R. Gangadharappa.

Bhaskaran, S. (2006). Incremental Innovation and Business Performance: Small and Medium-Size Food Enterprises in a Concentrated Industry Environment. *Journal of Small Business Management*, 44(1), 64-80.

Bhattacherjee, A. (2001). Understanding Information Systems Continuance: An expectation-Confirmation Model », *MIS Quarterly*, 25(3), 351-370.

Bhattacherjee, A., Lin, C.P. (2014). A unified model of IT continuance: three complementary perspectives and crossover effects. *European Journal of Information Systems*, 24(4), 364-373.

Bhatti Y. A., Ventresca M. (2013). How can "frugal innovation" be conceptualized? Said Business School Working Paper Series, Oxford.

Bhatti, Y.A., (2012). What is Frugal, What is Innovation? Towards a Theory of Frugal Innovation. Working Paper. Academy of Management, Boston, 3-7 Aug 2012.

Biggs, S.D. (1988) Resource Poor Farmer Participation in Research: A Synthesis of Experiences From Nine National Agricultural Research Systems. OFCOR Comparative Study Paper No. 3. The Hague: ISNAR.

Biggs, S.D. (1990). A Multiple Source of Innovation Model of Agricultural Research and Technology Promotion. *World Development*, 18, 1481-1499.

Biggs, S.D. (1994). Farming Systems Research and Rural Poverty: Relationship between Context and Content: *Agricultural Systems*, 47, 161-174.

Biggs, S.D. (2008). The lost 1990s? Personal reflections on a history of participatory technology development. *Development in Practice*, 18 (4-5), 489-505.

Bocken, N.M.P., Fil, A., Prabhu, J. (2016). Scaling up social businesses in developing markets. *Journal of Cleaner Production*, 139, 295-308.

Bocken, N.M.P., Short, S.W., Rana, P., Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42-56.

Bodas Freitas, I.M., Fontana, R. (2018). Formalized Problem-Solving Practices and the Effects of Collaboration with Suppliers on a Firm's Product Innovation Performance. *Journal of Product Innovation Management*, 35(4), 565-587.

Bogers, M., Afuah, A., Bastian, B. (2010). Users as innovators: A review, critique, and future research directions. *Journal of Management*, 36, 857-875.

Bonnassieux, A. (2002). « Filière cotton, emergence des organisations de producteurs et transformations territoriales au Mali et au Burkina Faso ». *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 220, 421-434.

Bosch-Sijtsema, P., Bosch, J. (2014). User involvement throughout the innovation process in hightech. *Journal of Product Innovation Management*, 32(5), 793-807.

Bound, K., Thornton, I.W.B. (2012). *Our Frugal Future: Lessons from India's innovation system*. London, NESTA.

Bradley, S.W., McMullen, J.S., Artz, K., Simiyu, E.M. (2012). Capital is not enough: Innovation in developing economies. *Journal of Management Studies*, 49(4), 684-717.

Braun, A., Jiggins, J., Röling, N., Van DenBerg, H., Snijders, P. (2006). A global survey and review of farmer field school experiences. International Livestock Research Institute (ILRI) Final Report. The Netherlands.

Brem, A., Ivens, B.S. (2013). Do frugal and reverse innovation foster sustainability? Introduction of a conceptual framework. *Journal of Technology Management for Growing Economies*, 4.

Brem, A., Wolfram, P. (2014). Research and development from the bottom upintroduction of terminologies for new product development in emerging markets. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 3(1), 1-22.

Brockhoff, K. (2003). Customers perspectives of involvement in new product development. *International Journal of Technology Management*, 26, 464-473.

Brown, J.S., Hegel, J. (2005). Innovation blowback: disruptive management practices from Asia. *McKinsey Q*. 35-45.

Buur, J., Matthews, B. (2008). Participatory innovation. *International Journal of Innovation Management*, 12, 255-273.

Cai, Q., Ying, Y., Liu, Y., Wu, W. (2019). Innovating with Limited Resources: The Antecedents and Consequences of Frugal Innovation. *Sustainability*, 11, 5789.

Calderon, C., Kambou, G., Korman, V., Kubota, M., Canales, C.C. (2019). Africa's Pulse, No. 19, April 2019: An Analysis of Issues Shaping Africa’s Economic Future. Washington, DC: World Bank.

Camara, Y., Bantilan, M., Ndjeunga, J. (2006). Impacts of sorghum and millet research in West and Central Africa (WCA): a synthesis and lessons learnt. *Journal of SAT Agricultural Research*, 2, 1-39.

Campbell, A.J., Cooper, R.G. (1999). Do customer partnerships improve new product success rates? *Industrial Marketing Management*, 28, 507-519.

Candi, M., Van Den Ende, J., Gemser, G. (2016). Benefits of Customer Codevelopment of New Products: The Moderating Effects of Utilitarian and Hedonic Radicalness. *Journal of Product Innovation Management*, 33 (4), 418-434.

Canning, D.J., Jobanputra, S.R, Yazbeck, A.S. (2015). Africa’s demographic transition: dividend or disaster? (English). Africa development forum. Washington, DC: The World Bank.

Carbonell, P., Rodríguez-Escudero, A.I., Pujari, D. (2009). Customer involvement in new service development: An examination of antecedents and outcomes. *Journal of Product Innovation Management*, 26, 536-550.

Carrier-Vernhet, A. (2012). Implication organisationnelle et épuisement professionnel : une analyse par la théorie de la conservation des ressources. Thèse de doctorat, Université de Grenoble.

Casey, T., Wilson-Evered, E. (2012). Predicting uptake of technology innovations in online family dispute resolution services: An application and extension of the UTAUT. *Computers in Human Behavior*, 28(6), 2034-2045.

Cavaye, A.L. (1995). User participation in system development revisited. *Information and Management*, 28(5), 311-323.

Ceccarelli, S., Grando, S. (2007). Decentralized-participatory plant breeding: an example of demand driven research. *Euphytica*, 155, 349-360.

Cerutti, A.K., Calvo, A., Bruun, S. (2014). Comparison of the environmental performance of light mechanization and animal traction using a modular LCA approach. *Journal of Cleaner Production*, 64, 396-403.

Chambers, R., Pacey, A., Thrupp, L.A. (1989). *Farmers first: farmer innovation and agricultural research*. Intermediate Technical Publications, London.

Chanaron J.J. (1999). Processus innovateur. In R. Le Duff (éd.), *Encyclopédie de la gestion et du management*, Dalloz, Paris, p.960-962.

Chang, W., Taylor, S.A. (2016). The Effectiveness of Customer Participation in New Product Development: A Meta-Analysis, *Journal of Marketing*, 80(1), 47-64.

Charreire Petit , S., Durieux, F.(2007). Explorer et tester: les deux vois de la recherché. Dans Thietart, R.A. et al. *Méthodes de recherché en management*. Dunod, Paris.

Chatterji, A.K., Fabrizio, K.R. (2014). Using users: When does external knowledge enhance corporate product innovation? *Strategic Management Journal*, 35, 1427-45.

Chauveau J.P. (1999). L'étude des dynamiques agraires et la problématique de l'innovation. Dans Chauveau J. P., Cormier-Salem M. C., Mollard E. et al (Éd.), *L'innovation en agriculture : questions de méthodes et terrains d'observation*. Paris, IRD, p. 10.

Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, Harvard Business School Press.

Chesbrough, H. (2004). Managing open innovation. *Research Technology Management*, 47, 23-26.

Chesbrough, H. (2006). Open Business Model: How to Thrive in the New Innovation Landscape. Harvard Business School Press, Boston.

Chesbrough, H. (2011). Bringing open innovation to services. *MIT Sloan Management Review*, 52, 85-90.

Chi, T.T.N., Yamada, R. (2002). Factors affecting farmers' adoption of technologies in farming system: A case study in Omon district, Can Tho province, Mekong Delta. *Omonrice*, 10, 94-100.

Chiffoleau, Y., Desclaux, D. (2006). Participatory plant breeding: the best way to breed for sustainable agriculture? *International Journal of Agricultural Sustainability*, 4(2), 119-130.

Chirwa, E., Dorward, A., Kachule, R., Kumwenda, I., Kydd, J., Poole, N., Poulton, C., Stockbridge, M. (2005). Walking tightropes: supporting farmer organisations for market access, *ODI Natural Resource Perspectives*, 99.

Chiulele, R., Mwangi, G., Tongoona, P., Ehlers, J., Ndeve, A. (2011). Assessment of farmers' perceptions and preferences of cowpea in Mozambique. In "10th African Crop Science Conference Proceedings, Maputo, Mozambique, 10-13 October 2011", pp. 311-318.

Chowdhury, M., Amin, S., Farah, T. (2016). Access to Microcredit and Women's Entrepreneurship: Evidence from Bangladesh. PEP Working Paper Series No. 13.

Christensen, C.M. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business Review Press, pp 256.

Christensen, C.M., Baumann, H., Ruggles, R., Sadtler, T.M. (2006). Disruptive innovation for social change. *Harvard Business Review*, 84(12), 94.

Christensen, C.M., Bower, J.L. (1996). Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms. *Strategic Management Journal*, 17(3), 197-218.

Christensen, C.M., Raynor, M.E. (2003). *The innovator's solution*. In Harvard Business School Press. Boston: M.A.

Christinck, A., Rattunde, F., Mulinge, W., Weltzien, E. (2018). Identifying options for the development of sustainable seed systems: Insights from Kenya and Mali. ZEF Working Paper Series n° 165. University of Bonn.

Cissé, C.T. (2009). Politique semencière du Mali. Ministère de l'Agriculture, Mali. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/spid/docs/Mali/Mali-Poilitique_semenci%C3%A8re_23_d%C3%A9cembre_09_vfrancaise.pdf

Clavel, D., Barro, A., Belay, T., Lahmar, R, Maraux F. (2008) Changements techniques et dynamique d'innovation agricole en Afrique sahélienne : le cas du Zaï mécanisé au Burkina Faso et de l'introduction d'une cactée en Ethiopie. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 8, 1-10.

Clerget, B. (2004). Le rôle du photopériodisme dans l'élaboration du rendement de trois variétés de sorgho cultivées en Afrique de l'Ouest. Thèse de doctorat, Ina-PG, France.

Cohen W. M., Levinthal D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.

Conley, T.G., Udry, C.R. (2010). Learning about a New Technology: Pineapple in Ghana. *American Economic Review*, 100, 35-69.

Cooper, R.G., Kleinschmidt, E.J. (2000). New product performance: What distinguishes the star products. *Australian Journal of Management*, 25(1), 17-46.

Coudel, E., (ed.) (2013). *Renewing innovation systems in agriculture and food: How to go towards more sustainability?* Wageningen Academic Publishers.

Coulibaly, H. (2011). Rôle des Organisations Paysannes dans la diffusion de semences de céréales : articulation des réseaux semenciers formel étatique et traditionnels paysans pour une conservation in situ des variétés. Cas des mils et sorghos au Mali. Thèse de doctorat, Paris-Nanterre.

Coulibaly, H., Bazile, D., Sidibé, A. (2014). Modelling Seed System Networks in Mali to Improve Farmers Seed Supply. *Sustainable Agriculture Research*, 3(4), 18-32.

Cozzens, S. Sutz, J. (2014). Innovation in informal settings: Reflections and proposals for a research agenda. *Innovation and Development*, 4, 5-31.

Creswell, J.W. (2014). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. (4th ed.). SAGE Publications, Inc. pp 342.

Cui, A.S., Wu, F. (2016). Utilizing Customer Knowledge in Innovation: Antecedents and Impact of Customer Involvement on New Product Performance. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 44, 516-538.

Cui, A.S., Wu, F. (2018). Customer involvement in innovation: A review of literature and future research directions. In Varadarajan, R. , Jayachandran, S. (eds.), *Review of marketing research*, 15, 63-98.

Cunha, M.P., Rego, A., Oliveira, P., Rosado, P., Habib, N. (2014). Product innovation in resource-poor environments: three research streams. *Journal of Cleaner Production*, 31(2), 202-210.

D'Souza, A., Mishra, A.K. (2018). Adoption and Abandonment of Partial Conservation Technologies in Developing Economies: The Case of South Asia. *Land Use Policy*, 70, 212-223.

Daft, R.L. (2001). *Organization Theory and Design*. South-Western, Cincinnati, OH.

Dahl, D.W., Fuchs, C., Schreier, M. (2015). Why and When Consumers Prefer Products of User-Driven Firms: A Social Identification Account. *Management Science*, 61(8), 1978-1988.

Dahlander, L., Frederiksen, L. (2012). The core and cosmopolitans: A relational view of innovation in user communities. *Organization Science*, 23, 988-1007.

Damanpour, F. (1991). Organizational innovation: A meta-analysis of effects of determinants and moderators. *Academy of Management Journal*, 34, 555-590.

Damanpour, F., Schneider, M. (2006). Phases of the Adoption of Innovation in Organizations: Effects of Environment, Organization and Top Managers. *British Journal of Management*, 17, 215-236.

Davis, F.D., Bagozzi, R.P., Warshaw, P.R. (1992). Extrinsic and Intrinsic Motivation to Use Computers in the Workplace, *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14), 1111-1132.

Davis, F.D., Bogozzi, R.P., Warshaw, P.R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35, 982-1003.

De Groote, H., Coulibaly, N.G. (1998). Gender and generation: an intra-household analysis on access to resources in southern Mali. *African Crop Science Journal*, 6, 79-96.

de Janvry A., Sadoulet, E. (2010). Agricultural growth and poverty reduction: additional evidence. *The World Bank Research Observer*, 25(1), 1-20.

de Rouw A. (2004) Improving yield and reducing risk in pearl millet farming in the African Sahel. - *gricultural Systems*, 81, 73-93

Dembélé, B. (2018). Income, crop diversification strategies and agricultural practices in crop and livestock production systems in Southern Mali. Thesis, Egerton University, Kenya.

Denning, G., Kabambe, P., Sanchez, P., Malik, A., Flor, R., et al. (2009). Input Subsidies to Improve Smallholder Maize Productivity in Malawi: Toward an African Green Revolution. *PLoS Biology*, 7(1).

Deshpandé, R., Farley, J.U., Webster, F.E., Jr. (1993). Corporate culture, customer orientation, and innovativeness in Japanese firms: A quadrad analysis. *Journal of Marketing* 57, 23-37.

Dey, A., Gupta, A.K. (2016). Empathetic Climate Resilient Frugal Innovations for Sustainable Communities. IIMA - INDIA, Working Paper n° 2016, 03-53

Diagne, A. (2006). Diffusion and Adoption of Nerica Rice Varieties in Côte D'ivoire. *The Developing Economies*, 44, 208-231.

Dibrell, C., Davis, P.S., Craig, J. (2008). Fueling Innovation through Information Technology in SMEs, *Journal of Small Business Management*, 46(2), 203-218.

Dinesh, D., Campbell, B., Bonilla-Findji, O., Richards, M. (eds.). (2017). 10 best bet innovations for adaptation in agriculture: A supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines. CCAFS Working Paper no. 215. Wageningen, the Netherlands: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).

Dixon, J., Gulliver, A., Gibbon, D. (2001). Farming systems and poverty: Improving farmers' livelihoods in a changing world. FAO (Food and Agriculture Organization), Rome, and World Bank, Washington, DC.

Djiré, O. (2009). La fabrication locale d'équipements agricoles : l'expérience de la Socafon au Mali. *Grain de sel*, 48.

Docherty, M. (2006). Primer on Open Innovation: Principles and Practice, *PDMA Visions Magazine*, 30/2, 13-17.

Dorward, A., Fan, S., Kydd, J., Lofgren, H., Morrison, J., Poulton, C., Rao, N., Smith, L., Tchale, H., Thorat, S., Urey, I., Wobst, P. (2004). Institutions and Policies for Pro-poor Agricultural Growth. *Development Policy Review*, 22(6), 611-622.

Doss, C.R., Morris, M.L. (2001). How does gender affect the adoption of agricultural innovations? The case of improved maize technology in Ghana. *Agricultural Economics*, 25, 27-39.

Douthwaite, B., Keatinge, J.D.H., J.R. Park (2001) Why promising technologies fail: the neglected role of user innovation during adoption. *Research Policy*, 30(5), 819-836.

Dressler, A., Bucher, J. (2018). Introducing a Sustainability Evaluation Framework based on the Sustainable Development Goals applied to Four Cases of South African Frugal Innovation. *Business Strategy & Development*, 1(4).

Drucker, P.F. (2001). *The Discipline of Innovation*. Harvard Business School Publishing Corporation.

du Preez, N.D. Louw, L. (2008). A Framework for Managing the Innovation Process. In PICMET '08 - 2008 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology. Cape Town, South Africa.

Dumez, H. (2013). Qu'est-ce que la recherche qualitative ? Problèmes épistémologiques, méthodologiques et de théorisation. Annales des Mines - Gérer et comprendre 2013/2(112), 29-42.

Eisenhardt, K. M., Graebner, M.E. (2007). Theory ing from cases: Opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50, 25-32.

Elborgh-Woytek, K., Newiak, M., Fabrizio, S., Kpodar, K., Clements, B., Schwartz, G. (2013). Women, Work, and the Economy: Macroeconomic Gains from Gender Equity. N° SDN/13/10, 1-32. Washington, D.C.

Elsheikh, S.E. (2018). Factors Affecting Adoption of Improved Varieties of Sorghum, Millet, Groundnut and Sesame in North Kordofan State. Agricultural Research & Technology: *Open Access Journal*, 13.

Enkel, E., Kausch C., Gassmann, O. (2005). Managing the risk of customer integration. *European Management Journal*, 23(2), 203-13.

Ernst, H., Kahle, H.N., Dubiel, A., Prabhu, J., Subramaniam, M. (2015). The antecendts and consequences of affordable value innovations for emerging markets. *Journal of Product Innovation Management*, 32(1), 65-79.

Eveleens, C. (2010). Innovation management; a literature review of innovation process models and their implications. *Science*, 800, 900.

Evenson, R.E., Gollin, D. (2003). Assessing the impact of the green revolution, 1960 to 2000. *Science*, *300*(5620), 758-762.

Evrard, Y., Pras, B., Roux, E. (2003). *Market : études et recherches en marketing*. Paris: Dunod.

Faems, D., Looy, B.V., Debackere, K. (2005). Interorganizational collaboration and innovation: toward a portfolio approach. *Journal of Product Innovation Management*, 22, 238-250.

Faems, D., Visser, M., Andries, P., Van Looy, B., (2010). Technology alliance portfolios and financial performance: value-enhancing and cost-increasing effects of open innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 27, 785-796.

Fang, E. (2008). Customer participation and the trade-Off between new product innovativeness and speed to market. *Journal of Marketing*, 72(4), 90-104.

FAO (1989). Sustainable Development and Natural Resources Management. Twenty-Fifth Conference, Paper C 89／2 - Supplement 2, FAO, Rome.

FAO (2008). Agricultural mechanization in sub-Saharan Africa: time for a new look. FAO, Rome.

FAO (2010). Agricultural mechanization in Mali and Ghana: strategies, experiences and lessons for sustained impacts. *FAO*, Rome. Vol. 8-2010.

FAO (2013). Agricultural mechanization in sub-saharan Africa: guidelines for preparing a strategy. FAO, Rome.

FAO (2016). The State of Food and Agriculture: Climate Change, agriculture and food security. FAO, Rome.

FAO, ICRISAT (1997). L'économie mondiale du sorgho et du mil : Faits, Tendances et Perspectives. FAO, Rome.

FAO. (2018). Transforming Food and Agriculture to Achieve the SDGs: 20 interconnected actions to guide decision-makers. Technical Reference Document. Rome. 132 pp.

FAO-OMS (2012). Programme mixte FAO-OMS sur les normes alimentaires. Document de travail, Maastricht, Pays-Bas, 26-30 mars 2012.

FAOSTAT (2015). Base de données. http://faostat.fao.org/Site/677/DesktopDefault.aspx?PageID=677#ancor

FAOSTAT (2019). Base de données. http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC

Feder, G., Just, R., Zilberman, D. (1985). Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. *Economic Development and Cultural Change*, 33(2), 225-98.

Feder, G., Just, R.E., Zilberman, D. (1985). Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. *Economic Development and Cultural Change*, 33, 255-298.

Feder, G., Umali, D.L. (1993). The adoption of agricultural innovations: A review. *Technological Forecasting and Social Change*, 43, 215-239.

Filmer, D., Fox, L. (2014). L'emploi des jeunes en Afrique subsaharienne - Rapport complet. Africa Development Forum. Washington, DC: World Bank and Agence Française de Développement.

Fischer, E., Qaim, M. (2012). Linking Smallholders to Markets: Determinants and Impacts of Farmer Collective Action in Kenya. *World Development*, 40(6), 1255-1268.

Folkertsma, R.T., Rattunde, H.F.W., Chandra, S., Raju, G.S., Hash, C.T. (2005). The pattern of genetic diversity of Guinea-race Sorghum bicolor (L.) Moench landraces as revealed with SSR markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 111, 399-409.

Foltz, J.D. (2010). Opportunities and Investment Strategies to Improve Food Security and Reduce Poverty in Mali through the Diffusion of Improved Agricultural Technologies; Working Paper n° 97141. Department of Agricultural, Food, and Resource Economics, Michigan State University.

Foster, A.D., Rosenzweig, M.R. (2010). Microeconomics of Technology Adoption. Economic Growth Center Working Paper n° 984. New Haven, CT: Yale University.

Frambach, R.T., Schillewaert, N. (2002). Organizational innovation adoption: A multi-level framework of determinants and opportunities for future research. *Journal of Business Research*, 55(2), 163-176.

Franke, N., Schreier, M., Kaiser, U. (2010). The "I designed it myself" effect in mass customization. *Management Science*, 56(1), 125-140.

Franke, N., von Hippel, E. (2003). Finding Commercially Attractive User Innovations. Working paper, MIT Sloan School of Management.

Freeman, C. (1991). Networks of innovators: a synthesis of research issues. *Research Policy*, 20, 499-514.

Fuchs, C., Schreier, M. (2011). Customer empowerment in new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 28, 17-32.

Gadiesh, O., Leung, P., Vestring, T. (2007). The battle for China's good-enough market. *Harvard Business Review*, 85(9), 81-89.

Gakuru, M., Winters, K., Stepman, F. (2009). Innovative Farmer Advisory Services Using ICT. IST-Africa 2009 Conference Proceedings G.O. Essegbey, and E.O. Gyamfi, Ghana cocoa industry: an analysis from the innovation system perspective, Technology and Investment, 3, 276-286.

Galanakis, K. (2006). Innovation process: Make sense using systems thinking. *Technovation*, 26(11), 1222-1232.

Gales, L., Mansour-Cole, D. (1995). User Involvement in Innovation Projects. *Journal of Engineering and Technology Management*, 12(1-2), 77-109.

Gallouj, F., Savona, M. (2008). Innovation in services: A review of the debate and a research agenda. *Journal of Evolutionary Economics*, 19(2), 149-172.

Garcia, R., Calantone, R. (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. *Journal of product innovation management*, 19(2), 110-132.

Garnett, T., Appleby, M.C., Balmford, A., Bateman, I.J., Benton, T.G., Bloomer, P., Burlingame, B., Dawkins, M., Dolan, L., Fraser, D., Herrero, M., Hoffmann, I., Smith, P., Thornton, P.K., Toulmin, C., Vermeulen, S.J., Godfray, H.C.J. (2013). Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies. *Science, 341*(6141), 33-34.

Gatignon, H., Xuereb, J.M. (1997). Strategic orientation of the firm and new product performance. *Journal of Marketing Research*, 34, 77-90.

Geilinger, N., Woerter, M., von Krogh, G. (2019). The division of innovative labour: when does customer codevelopment contribute to firm innovation performance? *Technology Analysis & Strategic Management*.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., Hultink, E. (2017). The circular economy - A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.

George, G., McGahan, A.M., Prabhu, J. (2012). Innovation for inclusive growth: towards a theoretical framework and a research agenda. *Journal of Management Studies*, 49(4), 661-683.

Ghadim, A.K.A., Pannell, D.J., Burton, M.P. (2005). Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation. *Agricultural Economics*, 33, 1-9.

Girod-Séville, M., Perret, V. (2002). Les critères de validité en sciences des organisations: les apports du pragmatisme. In Mourgues, N. (Ed). *Questions de méthodes en sciences de gestion* (pp. 315-333). Paris: EMS.

Gladwin, C.H., Peterson, J.S., Mwale, A.C. (2002). The quality of science in participatory research: a case study from Eastern Zambia. *World Development*, 30, 523-543.

Gomiero, T. (2017). Agriculture and degrowth: State of the art and assessment of organic and biotech-based agriculture from a degrowth perspective. *Journal of Cleaner Production*, 1-17.

Govindarajan, V., Trimble, C. (2012). Reverse innovation: a global growth strategy that could pre-empt disruption at home. *Strategy & Leadership*, 40(5), 5-11.

Govindarajan, V.,, Ramamurti, R. (2011). Reverse innovation, emerging markets, and global strategy. *Global Strategy Journal*, 1, 191-205.

Greer, C.R., Lei, D. (2012). Collaborative innovation with customers: A review of the literature and suggestions for future research. *International Journal of Management Reviews*, 14, 63-84.

Gruner, K.E., Homburg, C. (2000). Does customer interaction enhance new product success? *Journal of Business Research*, 49, 1-14.

Guba, E.G., Lincoln, Y.S. (1989). *Fourth generation evaluation*. Sage Publications.

Gupta A.K. (2012). « Innovations for the poor by the poor », Int. *J. Technological Learning, Innovation and Development*, 5 (1-2), 28-39.

Gupta, A., Sinha, R., Koradia, D., Patel, R., Parmar, M., Rohit, P., … Vivekanandan, P. (2003). Mobilizing grassroots' technological innovations and traditional knowledge, values and institutions: articulating social and ethical capital. *Futures*, 35(9), 975-987.

Gupta, A.K. (2010). Empathetic innovations: Connections across boundaries. In *Timeless Legend of India, Gandhi*. (ed.) Dr. R. A. Mashelkar in commemoration of 30 years of Gandhi National Memorial Society, Sakal Papers Ltd: Pune, 42-57.

Gurca, A., Ravishankar, M.N. (2015). A bricolage perspective on technological innovation in emerging markets. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 63(1), 53-66.

Gyau, A., Takoutsing, B., Degrande, A., Franzel, S. (2012). Producers' motivation for collective action for kola production and marketing in Cameroon. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 113(1), 43-50.

Habib J. (2010). La dynamique de création de connaissances dans les processus d'innovation : Analyse comparée de quatre études de cas dans le secteur de la santé électronique. *Systèmes d'information & management*, 15, 93-140.

Habibipour, A., Bergvall-Kåreborn, B. (2016). Towards a User Engagement Process Model in Open Innovation. In: The ISPIM Innovation Summit, Kuala Lumpur, Malaysia on 4-7 December 2016.

Haggblade, S., Diallo, B., Smale, M., Diakité, L., Témé, B. (2015). Revue du Système Semencier au Mali. Working Paper No. Mali-2015-3. Feed the Future Innovation Lab for Food Security. East Lansing, Michigan State University.

Hailu, B., Abrha, B., Weldegiorgis, K. (2014). Adoption and impact of agricultural technologies on farm income: Evidence from Southern Tigray, Northern Ethiopia. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 2, 91-106.

Haldy-Rispal, C. (2002). *Les études de cas : application à la recherche en gestion*. Coll. Méthodes en Sciences Humaines, De Boeck.

Hall, A. (2005). Capacity development for agricultural biotechnology in developing countries: An innovation systems view of what it is and how to develop it. *Journal of International Development*, 17 (5), 611-630.

Hall, A. (2007). Challenges to Strengthening Agricultural Innovation Systems: Where do we go from here? In UNU-MERIT Working Paper. Maastricht, the Netherlands: United Nations

University/Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology.

Hall, A.J., Clark N.G., Rasheed Sulaiman, V., Sivamohan, M.V.K., Yoganand, B. (2000). New agendas for agricultural research in developing countries: policy analysis and institutional implications. *Knowledge, Policy and Technology*, 13(1), 70-91.

Hall, A.J., Yoganand, B., Sulaiman, R.V., Rajeswari, R.S., Shambu, P.C., Naik, G.C, Clark N.G. (eds.). (2004). Innovations in innovation: reflections on partnership, institutions and learning. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India, and Library Avenue, Pusa, New Delhi 110 012, India: Crop Post-Harvest Programme (CPHP), South Asia, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), and National Centre for Agricultural Economics and Policy Research (NCAP). 252 pp.

Hall, J., Matos, S., Gold, S., Severino, L.S. (2018). The paradox of sustainable innovation: The 'Eroom' effect (Moore's law backwards). *Journal of Cleaner Production*, 172, 3487-3497.

Hamel, G., Prahalad, C.K. (1994). *Competing for the future.* Boston, MA, Harvard Business School Press.

Hamel, J. (1997). *Etudes de cas en Sciences sociales*. Paris : L'Harmattan.

Hang, C., Chen, J., Subramian, A.M. (2010). Developing disruptive products for emerging economies: lessons from Asian cases. *Research Technology Management*, 53(4), 21-26.

Hart, S.L., Christensen, C.M. (2002). The great leap: Driving innovation from the base of the pyramid. *MIT Sloan Management Review*, 44(1), 51-56.

Hasler, K., Olfs, H.-W., Omta, O., Bröring, S. (2017). Drivers for the Adoption of Different Eco-Innovation Types in the Fertilizer Sector: A Review. *Sustainability*, 9, 2216.

Haugerud, A., Collinson, M.P. (1990). Plants, Genes and People: Improving the Relevance of Plant Breeding in Africa. *Experimental Agriculture*, 26, 341-362.

Haussmann, B.I.G., Fred Rattunde, H., Weltzien-Rattunde, E., Traoré, P.S.C., vom Brocke, K., Parzies, H.K. (2012). Breeding Strategies for Adaptation of Pearl Millet and Sorghum to Climate Variability and Change in West Africa. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 198, 327-339.

Havard, M., Vall, E., Lhoste, P. (2009). Évolution de la traction animale en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale. *Grain de sel*, 48.

Haverkort, B., Hiemstra, W., Reijntjes, C., Essers, S. (1988). Strengthening Farmers' Capacity for Technology Development. ILEIA Newsletter. Issue on Participative Technology Development, 4(3), 3-7.

Hellin, J., (2012). Agricultural extension, collective action and innovation system: lessons on network brokering from Peru and Mexico. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 18, 141-159.

Herrmann, A., Gassmann, O., Eisert, U. (2007). An empirical study of the antecedents for radical product innovations and capabilities for transformation. *Journal of Engineering and Technology Management*, 24: 1-2, 92-120.

Holloway, G., Nicholson, C., Delgado, C., Staal, S., Ehui, S., (2000). Agroindustrialization through institutional innovation: transactions costs. cooperatives and milk-market development in the East-African highlands. *Agricultural Economics*, 23(3), 279-288.

Homburg, C., Wieseke, J., Bornemann, T. (2009). Implementing the marketing concept at the employee-customer interface: The role of customer need knowledge. *Journal of Marketing*, 73(4), 64-81.

Hossain, M. (2018a) Frugal innovation: A review and research agenda. *Journal Of Cleaner Production* 182, 926-936.

Hossain, M. (2018b). Adoption of open innovation by small firms to develop frugal innovations for inclusive development. In Vanhaverbeke, W. Frattini, F., Roijakkers, N., Usman, M. (eds.), *Open Innovation in SMEs*: World Scientific.3

Hossain, M., Anees-ur-Rehman, M. (2016). Open Innovation: An Analysis of Twelve Years of Research. *Strateg. Outsourc*. (9), 22-37.

Hossain, M., Simula, H., Halme, M. (2016). Can frugal go global? Diffusion patterns of frugal innovations. *Technology in Society*, 46, 132-139.

Hounkonnou, D. (2001). Listen to the Cradle. Local Dynamics for African Renaissance: Case Studies from Benin and Ghana. Doctoral Dissertation, Wageningen University.

Houssou, N., Diao, X., Kolavalli, S. (2014). Can the private sector lead agricultural mechanization in Ghana? International Food Policy Research Institute. Washington, D. C.

Hoyer, W.D., Chandy, R., Dorotic, M., Krafft, M., Singh, S.S. (2010). Consumer cocreation in new product development. *Journal of Service Research, 13*(3), 283-296.

Hudson, L.A., Ozanne, J.L. (1988). Alternative ways of seeking knowledge in consumer research. *Journal of Consumer Research*, 14(4), 508-521.

Husserl, E. (1970). *The crisis of European sciences and transcendental phenomenology: An introduction to phenomenological philosophy*. Northwestern University Press.

Hwang, M.I., Thorn, R.G. (1999). The effect of user engagement on system success: a meta-analytical integration of research findings. *Information & Management*, 35(4), 229-236.

Hyvärinen, A., Keskinen, M., Varis, O. (2016). Potential and pitfalls of frugal innovation in the water sector: insights from Tanzania to global value chains. *Sustainability*, 8(888).

ICRISAT (2008). Innovations pour un monde en mutation. Rapport Annuel de l'ICRISAT, 2008.

ICRISAT (2011). Sustaining farmer-managed seed initiatives for sorghum and pearl millet in Mali, Niger and Burkina Faso, Project Report. ICRISAT.

ICRISAT, FIDA (2006). Expérimentation en collaboration avec les agriculteurs de technologies susceptibles d'augmenter la production de sorgho et de mil dans le sahel. ICRISAT-SNRA-FIDA, Rapports d'Activités.

Ike, N., Roseline, O., (2007). Adoption of Aquaculture Technology by Fish Farmers in Imo State of Nigeria. *Journal of Technology studies*, 57-64.

Jacobs, D., Snijders, H. (2008). *Innovation routine: how managers can support repeated innovation*. In Stichting Management Studies. Assen: Van Gorcum.

Jasperson, J., Carter, P., Zmud, R. (2005). A comprehensive Conceptualization of Post-Adoptive Behaviors Associated with Information Technology enabled work systems, *MIS Quarterly*, 29(3), 525-667.

Jensen, M.B., Hienerth, C., Lettl, C. (2014). Forecasting the commercial attractiveness of user-generated designs using online data:An empirical study within the LEGO user community. *Journal of Product Innovation Management*, 31 (S1), 75-93.

Jeppesen, L. B. (2005). User toolkits for innovation: consumers support each other. *Journal of Product Innovation Management*, 22, 347-362.

Jeppesen, L.B., Frederiksen, L. (2006). Why do users contribute to firm-hosted user communities? The case of computer-controlled music instruments. *Organization Science*, 17(1), 45-63.

Johannessen, J.A., Olsen, B., Lumpkin, G.T. (2001). Innovation as newness: what is new, how new, and new to whom? *European Journal of Innovation Management*, 4(1), 20-31.

Johnson, N., Lilja, N., Ashby, J.A. (2000). Characterizing and measuring the impacts and costs of incorporating stakeholder participation in natural resource management research. PRGA Publication, Cali, Colombia.

Johnson, N., Lilja, N., Ashby, J.A. (2003). Measuring the impact of user participation in agricultural and natural resource management research. *Agricultural Systems*, 78, 287-306.

Johnson, R.B., Onwuegbuzie, A.J., Turner, L.A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, 1, 112-133.

Jones, K., Glenna, L.L., Weltzien, E. (2014). Assessing participatory processes and outcomes in agricultural research for development from participants' perspectives. *Journal of Rural Studies*, 35, 91-100.

Joshi, A.W. (2016). When Does Customer Orientation Hinder (Help) Radical Product Innovation? The Role of Organizational Rewards. *Journal of Product Innovation Management*, 33(4), 435-454.

Kaine, G., Hill, M., Rowbottom, B. (2008). Types of agricultural innovations and the design of extension programs. Practice Change Research, Working Paper 02/08. Department of Primary Indistries, Victoria.

Kantola, J., Liu, Y., Peura, P., de Leeuw, T., Zhang, Y., Naaranoja, M., Segev, A., Huisingh, D. (2017). Innovative products and services for sustainable societal development: current reality, future potential and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 162, S1-S10.

Kassambara, H., Kleene, P. (2003). La traction animale à l'Office du Niger au Mali, du colonat au désengagement de l'Etat. Niono, Urdoc, Mali.

Kassie, M., Zikhali, P., Pender, J., Kohlin, G. (2010). The economics of sustainable land management practices in the Ethiopian highlands. *Journal of Agricultural Economics*, 61, 605-627.

Katungi, E., Edmeades, S., Smale, M. (2008). Gender, social capital and information exchange in rural Uganda. *Journal of International Development*, 20, 35-52.

Kaulio M. A. (1998). User, consumer and user involvement in product development: A framework and a review of selected methods. *Total Quality Management*, 9(1), 141-49.

Kergna, A., Smale, M., Assima, A., Diallo, A., Weltzien, E., Rattunde, F. (2017). The potential economic impact of Guinea-race sorghum hybrids in Mali: A comparison of research and development paradigms. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 12, 17-34.

Kibbeling, M., Van Der Bij, H., Van Weele, A.. (2013). Market Orientation and Innovativeness in Supply Chains: Supplier's Impact on Customer Satisfaction. *Journal of Product Innovation Management*, 30(3), 500-515.

Kibwika, P., Wals, A.E.J., Nassuna-Musoke, M.G. (2009). Competence Challenges of Demand-led Agricultural Research and Extension in Uganda. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 15(1), 5-19.

Kidane, H., Lemma, T., Tesfay, G. (2018). Determinants of smallholder farmers' participation in seed producing cooperatives in Southern Zone of Tigray, Ethiopia. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 10(4), 75-83.

Kiiza, B., Kisembo, L. G., Mwanga, R.O.M. (2012). Participatory plant breeding and selection impact on adoption of improved sweetpotato varieties in Uganda. *Journal of Agricultural Science and Technology*, A2, 673-681.

KIT, IIRR (2008). Trading up: Building cooperation between farmers and traders in Africa. Royal Tropical Institute, Amsterdam; and International Institute of Rural Reconstruction, Nairobi.

Kitzinger, J. (1995). Qualitative research. Introducing focus groups. *British Medical Journal*, 311, 299-302.

Klerkx, L., Leeuwis, C. (2009). The Emergence and Embedding of Innovation Brokers at Different Innovation System Levels: Insights from the Dutch Agricultural Sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(6), 849-60

Klerkx, L., Nettle, R. (2013). Achievements and challenges of innovation: co-production support initiatives in the Australian and Dutch dairy sectors. A comparative study. *Food Policy*, 40, 74-89.

Klerkx, L., Van Mierlo, B., Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In: Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, B. (eds.), *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Springer, Dordrecht, pp. 457-483.

Kline, S.J., Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. In R. Landau & N. Rosenberg (eds.), *The Positive Sum Strategy* (pp. 275-305). Washington, D.C.: National Academy Press.

Knickel, K., Brunori, G., Rand, S., Proost, J. (2009). Towards a better conceptual framework for innovation processes in agriculture and rural development: From linear models to systemic approaches. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 15, 131-146.

Knorringa, P., Peša, I., Leliveld, A., van Beers, C. (2016). Frugal innovation and development: Aides or adversaries? *European Journal of Development Research*, 28(2), 143-153.

Knudsen, M.P. (2007). The relative importance of interfirm relationships and knowledge transfer for NPD success. *Journal of Product Innovation Management*, 24(2), 117-138.

Kohli, A.K., Jaworski, B.J. (1990). Market orientation: The construct, research propositions, and managerial implications. *Journal of Marketing*, 54, 1-18.

Kole, E.S. (2000). Connecting Women from Developing Countries to the Internet: Searching for an Appropriate Paradigm. Paper presented at the panel "Making Connections in the Internet Era: Theory and Practice" for the 41st Annual Convention of the International Studies Association, Reflection, Integration, Cumulation: International Studies Past and Future', 14-17 March 2000, Los Angeles, U.S.A.

Konare, K. (2001). Challenges to Agricultural financing in Mali. Master thesis, Michigan State University, East Lansing, Michigan.

Koné, A. (2011). Mécanismes de gouvernance et performance de la filière coton du Mali. Thèse de doctorat, Université d'Angers.

Koutsouris, A. (2008). Innovating Towards Sustainable Agriculture: A Greek Case Study, Journal of *Agricultural Education and Extension*, 14(3), 203-215.

Lagrosen, S. (2001). "Strengthening the weakest link of TQM - from customer focus to customer understanding", *The TQM-Magazine*, 13(5), 348-54.

Lai, P.C. (2017). The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 14(1), 21-38.

Lambrecht, E. (2016). The role of networking in enhancing innovation within the agricultural system. Doctoral Dissertation, Ghent University.

Lançon, J. Floquet, A., Weltzien, E. (2006). Partenaires pour construire des projets de sélection participative : Actes de l'atelier-recherche, 14-18 mars 2005, Cotonou, Bénin. Montpellier : CIRAD, 207 p. Atelier - Recherche sur la Gestion du Partenariat dans les Projets de Sélection Participative, Cotonou, Bénin, 14 Mars 2005/18 Mars 2005.

Larsen, K, Kim, R, Theus, F, eds. World Bank (2009). Agribusiness and Innovation Systems in Africa. Washington, DC: World Bank.

Lazonick, W. (2004). Indigenous innovation and economic development: Lessons from china's leap into the information age. *Industry and Innovation*, 11(4), 273-297.

Le Loarne, S., Blanco, S. (2009). *Management de l'innovation*. Pearson Education.

Leathers, H.D., Smale, M. (1991). A Bayesian Approach to Explaining Sequential Adoption of Components of a Technological Package. *American Journal of Agricultural Economics*, 73, 734-742.

Lee, S., Lee, J.H., Garrett, T.C. (2013). A study of the attitude toward convergent products: a focus on the consumer perception of functionalities. *Journal of Product Innovation Management*, 30(1), 123-135.

Lee, D.R. (2005). Agricultural sustainability and technology adoption: issues and policies for developing countries. *American journal of agricultural economics*, 87(5), 1325-1334.

Lee, K.R. (1996). The role of user firms in the innovation of machine tools: the Japanese case, *Research Policy*, 25(4), 491-507.

Lefort, M., Riba, G. (2003). Quelles perspectives pour l'innovation variétale à l'INRA ? Les dossiers de l'environnement de l'INRA, (30), 57-64.

Lehner, A., Koldewey, C., Gausemeier, J. (2018). Approach for a pattern-based development of frugal innovations. *Technology Innovation Management Review*, 8(4), 14-27.

Leiponen, A., Helfat, C.E. (2010). Innovation objectives, knowledge sources, and the benefits of breath. *Strategic Management Journal*, 31, 224-236.

Leroy, T., Coumare, O., Kouressy, M. (2014). Inscription d'une variété de sorgho obtenue par sélection au Mali dans des projets multi-acteurs. *Agronomie environnement et société*, 4(2), 153-164.

Letty, B., Noordin, Q., Magagi, M., Waters-Bayer, A. (2011). Farmers Take the Lead in Research and Development. In: The Worldwatch Institute- State of the World 2011*: Innovations that Nourish the Planet.* The Worldwatch Institute, Washington DC.

Levänen, J., Hossain, M., Lyytinen, T., Hyvärinen, A., Numminen, S., Halme, M. (2016). Implications of frugal innovations on sustainable development: evaluating water and; energy innovations. *Sustainability* 8(4).

Lilja, N., Ashby, J.A. (1999). Types of participatory research based on locus of decision making Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), Participatory Research and Gender Analysis (PRGA). PRGA Working Paper n° 6.

Lilja, N., Ashby, J.A., Sperling, L. (eds.). (2001). *Assessing the impact of participatory research and gender analysis*. Participatory Research and Gender Analysis (PRGA), Program Coordination Office; International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, CO. pp 294.

Lin, C.Y., Ho, Y.H., Wu, Y.L., Yu, I.C. (2019). Determinants of Mindful Adoption of Green Innovation. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 8(4), 79-89.

Lin, F., Fofanah, S.S., Liang, D. (2011). Assessing citizenadoption of e-Government initiatives in Gambia: A validation of the technology acceptance model in information systems success. *Government Information Quarterly*. 28(2), 271-279.

Lincoln, Y.S., Guba, E.G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Sage Publications.

López Santiago, L.M., Rohmer, S., Díaz Pichardo, R., Reyes, T. (2019). Exploratory Study of the Integration of Frugal Innovation in the Design of Products for the BoP. In Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering Design (ICED19), Delft, The Netherlands, 5-8 August 2019.

Lundvall, B.A. (ed.) (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning.* London: Pinter Publishers.

Lüthje, C. (2003). Customers as co-inventors: An empirical analysis of the antecedents of customer-driven innovations in the field of medical equipment. Proceedings of the 32nd Annual Conference of the European Marketing Academy (EMAC), Glasgow.

Lüthje, C. (2004). Characteristics of innovating users in a consumer goods field: An empirical study of sport-related product consumers. *Technovation*, 24 (9), 683-95.

Magnusson, P.R. (2009). Exploring the contributions of involving ordinary users in ideation of technology-based services. *Journal of Product Innovation Management*, 26, 578-93.

Manda, J., Alene, A.D., Gardebroek, C., Kassie, M., Tembo, G. (2015). Adoption and Impacts of Sustainable Agricultural Practices on Maize Yields and Incomes: Evidence from Rural Zambia. *Journal of Agricultural Economics*, 67(1), 130-153.

Mangione, D., Senni, S., Puccioni, M., Grando, S., Ceccarelli, S. (2006). The cost of participatory barley breeding. *Euphytica*, 150, 289-306.

Martin, A., Sherington, J. (1997). Participatory Research Methods-Implementation, Effectiveness and Institutional Context, *Agricultural Systems*, 55(2), 195-216.

Matlon, P.J. (1990). Improving Productivity in Sorghum and Pearl Millet in Semi-Arid Africa; Working Paper. Food Research Institute Studies, Stanford University, Stanford, CA.

McAdam, R., Stevenson, P., Armstrong, G. (2000), Innovative change management in SMEs: beyond continuous improvement, *Logistics Information Management*, 13(3), 138-149.

McKeen, J., Guimaraes, T., Wetherbe, J. (1994). The relationship between user participation and user satisfaction: an investigation of four contingency factors. *MIS Quarterly*, 18, 427-451.

Meissner, D., Kotsemir, M. (2016). Conceptualizing the innovation process towards the 'active innovation paradigm'-trends and outlook. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 5(14).

Mercoiret, M.R. (2006). Les organisations paysannes et les politiques agricoles. *Afrique contemporaine*, 135-157.

Meyer, A.D., Goes, J.B. (1988). Organizational assimilation of innovations: A multilevel contextual analysis. *Academy of Management Journal*, 31(4), 897-923.

Meyer, M.H., DeTore, A. (2001). Perspective: creating a platform-based approach for developing new services. *Journal of Product Innovation Management*, 18 (3), 188-204.

Meyer, R.L. (2015). Financing Agriculture and Rural Areas in Sub-Saharan Africa: Progress, challenges and the way forward. IIED Working Paper. IIED, London.

Mignouna, D., Manyong, V., Rusike, J., Mutabazi, K., Senkondo, E. (2011). Determinants of adopting imazapyr-resistant maize technologies and its impact on household income in Western Kenya. *AgBioforum*, 14, 158-163.

Miles, M., Huberman, M. (2003). *Analyse des données qualitatives*. Bruxelles: De Boeck.

Moon, H., Miller, D.R., Kim, S.H. (2013). Product design innovation and customer value: Cross-cultural research in the United States and Korea. *Journal of Product Innovation Management*, 30(1), 31-43.

Morana, J. (2003). Le paradigme pragmatique : une réponse aux problématiques de pilotage par les processus, *Revue Direction et Gestion*, 201-202,73-81.

Morris, M., Bellon, M. (2004). Participatory plant breeding research: Opportunities and challenges for the international crop improvement system. *Euphytica*, 136, 21-35.

Morse, J. (1991). Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation. *Nursing Research*. 40(2), 120-123.

Moschitz, H., Roep, D., Brunori, G. and Tisenkopfs, T. (2015). Learning and innovation networks for sustainable agriculture: processes of co-evolution, joint reflection and facilitation. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 21(1), 1-11.

Mothe, C., Nguyen-Thi, T.U. (2010). The impact of non-technological innovation on technological innovation: do services differ from manufacturing? An empirical analysis of Luxembourg firms, CEPS/INSTEAD Working Paper n°2010-01

Mourtzis, D., Zogopoulos, V., Vlachou, K. (2019). Frugal innovation and its application in manufacturing networks. *Manufacturing Letters*, 20, 27-29.

Mulema, A.A., Jogo, W., Damtew, E., Mekonnen, K., Thorne, P. (2019). Women farmers' participation in the agricultural research process: implications for agricultural sustainability in Ethiopia. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 17(2), 127-145.

Munshi, K. (2004). Social learning in a heterogeneous population: technology diffusion in the Indian Green Revolution. *Journal of Development Economics*, 73, 185-213.

Murray, R., Caulier-Grice, J., Mulgan, G. (2010). *The open book of social innovation*. London: The Young Foundation and Nesta.

Nambisan, S., Baron R.A. (2009). Virtual Customer Environments: Testing a Model of Voluntary Participation in Value Co-creation Activities. *Journal of Product Innovation Management*, 26(4), 388-406.

Nandonde F.A., Kuada J. (2018). Perspectives of retailers and local food suppliers on the evolution of modern retail in Africa. *British Food Journal*, 120(2), 340-354.

Narver, J. C., Slater, S.F. (1990). The effect of a market orientation on business profitability. *Journal of Marketing*, 53, 20-35.

Ndjeunga, J., Bantilan, M.C.S. (2005). Uptake of Improved Technologies in the Semi-arid Tropics of West Africa: Why is Agricultural Transformation Lagging Behind? *eJADE*, 2, 85-102.

Ndjeunga, J., Mausch, K., Simtowe, F. (2015). Assessing the Effectiveness of Agricultural R&D for Groundnut, Pearl Millet, Pigeonpea, and Sorghum in West and Central Africa and Eastern and Southern Africa. In *Crop Improvement, Adoption, and Impact of Improved Varieties in Food Crops in Sub-Saharan Africa* (T. S. Walker, J. Alwang, eds.). CABI, Wallingford, UK.

Nguyen, G., Wampfler, B., Benoit-Cattin, M., Savadogo K. (2002). Characteristics of household demand for financial services in highly uncertain economies: a review of evidence from Burkina Faso. In *The Triangle of Microfinance* (M. Zeller, M. Sharma, eds.), pp. 46-68. The Johns Hopkins University Press.

Nieto, N.J., Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27 (6-7), 367-377.

Nonaka, I., Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford university press.

Nuijten, H., Temudo, M., Richards, P., Okry, F., Teeken, B., Mokuwa, G., Struik, P. (2013). Towards a new approach for understanding interactions of technology with environment and society in small-scale rice farming. In *Realizing Africa's rice promise*, pp. 355-366. CABI, Wallingford, UK.

O'Hern, M.S., Rindfleisch, A. (2009). Customer Co-Creation. In Malhotra, N. (ed.) *Review of Marketing Research* (*Review of Marketing Research*, Vol. 6), Emerald Group Publishing Limited, Bingley, pp. 84-106

OCDE. (2005). *Oslo Manual: The Measurement of Scientific and Technological Activities - Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data* (3rd ed.). Paris: OECD.

OECD (2010). OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010. OECD Pub.

Okali, C., Sumberg, J.E., Farrington, J. (1994). *Farmer participatory research: Rhetoric and reality*. London: IT Publications.

Olarinde, L., Binam, J., Fatunbi, A.O., Diagne, A., Adekunle, A., Ayanwale, A. (2017). Participatory research demonstration and its impact on the adoption of improved agricultural technologies in the savannas of West Africa. *African Crop Science Journal*, 25 (1), 21-41.

Oliveira, P., von Hippel, E. (2011). Users as service innovators: The case of banking services. *Research Policy*, 40(6), 806-818.

Oluoch-Kosura, W. (2010). Institutional innovations for smallholder farmers' competitiveness in Africa. *AfJARE*, 5(1).

Onyas, W.I., Ryan, A. (2015). Agencing markets: Actualizing ongoing market innovation. *Industrial Marketing Management*, 44, 13-21.

Ouedraogo, A. (2007). Les processus d'apprentissage chez des adultes en formation universitaire en Afrique de l'ouest : Quelques caractéristiques du rapport au savoir. Thèse de doctorat, Université de Genève.

Pansera, M. (2013). Frugality, Grassroots and Inclusiveness: New Challenges for Mainstream Innovation Theories. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 5(6), 469-478.

Pansera, M. (2018). Frugal or Fair? The Unfulfilled Promises of Frugal Innovation. Technol. *Innovation Management Review*, 8, 6-13.

Pansera, M., Martinez, F. (2017). Innovation for development and poverty reduction: an integrative literature review. *Journal of Management Development*, 36(1), 2-13.

Pansera, M., Owen, R. (2015). Framing resource-constrained innovation at the 'bottom of the pyramid': insights from an ethnographic case study in rural Bangladesh. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 300-311.

Pansera, M., Sarkar, S. (2016). Crafting Sustainable Development Solutions: Frugal Innovations of Grassroots Entrepreneurs. *Sustainability*, 8, 51.

Parayil, G. (1992.) The green revolution in India: a case study of technological change. *Technology and Culture*, 33(4), 737-756.

Paris, T.R., Singh, A., Cueno, A.D., Singh, V.N. (2008). Assessing the Impact of Participatory Research in Rice Breeding on Women Farmers: A Case Study in Eastern Uttar Pradesh, India. *Experimental Agriculture*, 44, 97-112.

Pelham, A.M., Wilson, D.T. (1996). A Longitudinal Study of the Impact of Market Structure, Firm Structure, Strategy, and Market Orientation Culture on Dimensions of Small-Firm Perfonnance. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 24(1), 27-43.

Philibert, C. (2004). International Energy Technology Collaboration and Climate Change mitigation. OECD/IEA Information Paper, Paris.

Phills, J.A., Deiglmeier, K., Miller, D.T. (2008). Rediscovering social innovation. *Stanford social innovation review*, 6(4), 34-43.

Pingali, P., Bigot, Y., Binswanger, H. (1987*). Agricultural Mechanization and the Evolution of Farming Systems in Sub-Saharan Africa*. Washington, DC: World Bank.

Pisoni, A., Michelini, L., Martignoni, G. (2018). Frugal approach to innovation: State of the art and future perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 171, 107-126.

PNUD (2015). Rapport sur le développement humain. Programme des Nations Unies pour le développement, 2015.

Prabhu, J, Jain, S. (2015). Innovation and entrepreneurship in India: understanding jugaad. *Asia Pacific Journal of Management*, 843-868.

Prabhu, J. (2017). Frugal innovation: doing more with less for more. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, A 375, 20160372.

Prabhu, J., Tracey, P., Hassan, M. (2017). Marketing to the poor: An institutional model of exchange in emerging markets. *AMS Review*, 7(3-4).

Prahalad, C.K. (2005). *The Fortune at the Bottom of the Pyramid, Eradicating Poverty through Profits*. Wharton School Publishing, Upper Saddle River.

Prahalad, C.K. (2012). Bottom of the Pyramid as a Source of Breakthrough Innovations. *Journal of Product Innovation Management*, 29(1), 6-12.

Prahalad, C.K., Mashelkar, R.A. (2010). Innovation's holy grail. *Harvard Business Review*, 88(7-8), 132-141.

Pretty, J., Bharucha, Z.P. (2014). Sustainable intensification in agricultural systems. *Annals of Botany*, 114, 1571-1596.

Pretty, J., Toulmin, C., Williams, S. (2011). Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 5-24.

Pretty. J.N. (1995). Participatory learning for sustainable agriculture. *World Development*, 23(H), 1247-1263.

Quisumbing, A.R., Pandolfelli, L. (2010). Promising approaches to address the needs of poor female farmers: Resources, constraints, and interventions. *World Development*, 38(4), 581-592.

Radjou, N., Prabhu, J. (2015). *Frugal innovation: how to do better with less*. London, UK: Profile Books.

Radjou, N., Prabhu, J., Ahuja, S. (2012). *Jugaad Innovation: Think Frugal, be Flexible, Generate Breakthrough Growth*. John Wiley & Sons.

Rajalahti, R, Janssen, W., Pehu, E. (2008). Agricultural innovation systems: from diagnostics toward operational practices. Agriculture and Rural Development Discussion Paper 38, Washington DC: World Bank.

Rao, B.C. (2013). How disruptive is frugal? *Technology in Society*, 35(1), 65-73.

Rao, B.C. (2017). Revisiting classical design in engineering from a perspective of frugality. *Heliyon*, 3(5), 1-19.

Rattunde, H.F.W., vom Brocke, K., Weltzien, E., Haussmann, B.I.G. (2009). Developing open-pollinated varieties using recurrent selection methods In: Ceccarelli, S. (eds), *Plant breeding and farmer participation*. FAO, Rome. p. 259-273.

Rattunde, H.F.W., Weltzien, E., Diallo, B., Diallo, A.G., Sidibe, M., Touré, A O., Rathore, A., Das, R.R., Leiser, W.L., Touré, A. (2013). Yield of Photoperiod-sensitive Sorghum Hybrids Based on Guinea-race Germplasm under Farmers' Field Conditions in Mali. *Crop Science*, 53, 2454-2461.

Ray, S., Ray, P.K. (2011). Product innovation for the people's car in an emerging economy. *Technovation*, 31(5), 216-227.

Reece, J., Sumberg, J. (2003). More Clients, Less Resources: Towards a New Conceptual Framework for Agricultural Research in Marginal Areas. *Technovation*, 23, 409-421.

Reij, C., Waters-Bayer, A. (2001). *Farmer innovation in Africa: a source of inspiration for agricultural development*. Earthscan, London.

Rezaei-Moghaddam, K., Salehi, S. (2010). Agricultural specialists' intention toward precision agriculture technologies: Integrating innovation characteris tics to technology acceptance model. *African Journal of Agricultural Research*, 5, 1191-1199.

Rhoades, R., Booth, R. (1982). Farmer-Back-To-Farmer: A Model for Generating Acceptable Agricultural Technology. *Agricultural Administration*, 11, 127-137.

Richefort, L. (2008). Processus de sélection des technologies d'irrigation par les agriculteurs : entre interactions sociales et choix rationnels. Economies et finances. Thèse de doctorat, Université de la Réunion.

Rivera, W.M. (2006). Commentary: Agricultural knowledge and development in a new age and a different world. *Journal of International Agricultural and Extension Education, 13*(2), 57-67.

Rogers, E.M. (1995). *Diffusion of Innovations* (4th ed.). New York: The Free Press

Rohrbeck, R., Holzle, K., Gemunden, H.G., (2009). Opening up for competitive advantage - how Deutsche Telekon creates an open innovation ecosystem. *R&D Management*, 39, 420-430.

Röling, N. (2006). Conceptual and methodological developments in innovation. Keynote for Innovation Africa Symposium, November, Kampala, Uganda.

Röling, N. (2009). Pathways for impact: scientists' different perspectives on agricultural innovation. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7, 83-94.

Roodman, D. (2011). Fitting Fully Observed Recursive Mixed-Process Models with CMP. *Stata Journal*, 11, 159-206.

Rosca, E., Arnold, M., Bendul, J.C. (2017). Business models for sustainable innovation - an empirical analysis of frugal products and services. *Journal of Cleaner Production*, 162, S133-S145.

Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, 11(1), 7-31.

Rothwell, R., Zegveld, W. (1982). *Innovation and the small and medium sized firm : their role in employment and in economic change*. London : Frances Pinter.

Royal Society (2009). Reaping the Benefits: Science and the Sustainable Intensification of Global Agriculture. Royal Society, London.

Saad, N. (2002). Farmer processes of experimentation and innovation. A review of the literature. CGIAR system wide program on participatory research and gender analysis: Working Paper n° 21.

Salles-Filho, S., Edilson, P., Paule, J.V.M., San, J. (2007). Concepts, policy elements, and regional strategies for the development of institutional innovation, C.R. IICA, FORAGRO, GFAR.

Sanders, E.B.N., Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), 5-18.

Sanginga, P., Lilja, N., Tumwine, J. (2001). Assessing the quality of participation in farmer research groups in the highlands of Kabale, Uganda. PRGA Working Documents n° 19. Cali, CO. Participatory Research and Gender Analysis.

Sanogo, O., Teme, B. (1996). Impact Assessment of On-farm Trials Conducted at the Cinzana Research Station. In *Partners in Impact Assessment*: Summary Proceedings of the ICRISAT/NARS Workshop on Methods and Joint Impact Targets in Western and Central Africa.

Sanogo, Z.J.L., Diallo, B. (2017). Etat des lieux et facteurs clés pour un meilleur accès des producteurs maliens à la mécanisation. Miscellaneous Publications 260443. Department of Agricultural, Food, and Resource Economics, Michigan State University.

Schaarschmidt, M., Kilian, T. (2014). Impediments to customer integration into the innovation process: A case study in the telecommunications industry. *European Management Journal*, 32(2), 350-61.

Scheid, F., Charue-Duboc, F. (2011). Le rôle des lead users dans le processus d'innovation logicielle. *Revue française de gestion*, 210, 133-147.

Scherer, R., Siddiq, F., Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, 128, 13-35.

Schmidt, T., Rammer, C. (2007). Non-technological and Technological Innovation? ZEW Discussion Paper 07-052.

Schmookler, J. (1966). *Invention and economic growth*. Cambridge: Harvard University Press, 332 p.

Schreier, M., Prügl, R. (2008). Extending Lead-User Theory: Antecedents and Consequences of Consumers' Lead Userness. *Journal of Product Innovation Management*, 25(4), 331-346.

Schumacher, E.F. (1973). *Small is Beautiful*. New York: Harper & Row.

Schumpeter, J. (1934). *Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Schut, M., Kamanda, J., Gramzow, A., Dubois, T., Stoian, D., Andersson, J.A., Dror, I., Sartas, M., Mur, R., Kassam, S., Brouwer, H., Devaux, A., Velasco, C., Flor, R.J., Gummert, M., Buizer, D., McDougall, C., Davis, K., Homann-Kee Tui, S., Lundy, M. (2018). Innovation Platforms in Agricultural Research for Development: Ex-ante appraisal of the purposes and conditions under which innovation platforms can contribute to agricultural development outcomes. *Experimental Agriculture*, 1-22.

Scoones, I., Thomson, J. (1994). Knowledge, power and agriculture-towards a theoretical understanding. In: Scoones, I., Thomson, J. (eds.), *Beyond Farmer First. Rural Peoples' Knowledge and Extension Practice*. Intermediate Technology Publications, London, pp. 16-32.

Senyard, J.; Baker, T.; Ste_ens, P.; Davidsson, P (2014). Bricolage as a path to innovativeness for resource-constrained new firms. *Journal of Product Innovation Management*, 31, 211-230.

Seyfang, G. Haxeltine, A. (2012). Growing grassroots innovations: Exploring the role of community-based initiatives in governing sustainable energy transitions. *Environ. Plan. C Gov. Policy*, 30, 381-400.

Seyfang, G., Smith, A. (2007). Grassroots innovations for sustainable development: towards a new research and policy agenda. *Environmental politics*, 16(4), 584-603.

Shah, S.K.,Tripsas, M. (2007). The accidental entrepreneur: The emergent and collective process of user entrepreneurship. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 1, 123-140.

Shaner, W.W., Philipp, P.F., Schmehl, W.R. (eds). (1982). *Readings in Farming Systems Research and Development: Guidelines for Developing Countries.* Boulder, CO: Westview Press.

Shankar, V., Narang, U. (2019). Emerging market innovations: Unique and differential drivers, practitioner implications, and research agenda. Journal of the Academy of Marketing Science, 1-23.

Sharma, A. (2005). Collaborative product innovation: integrating elements of CPI via PLM framework. *Computer-Aided Design*, 37, 1425-1434.

Sharma, A., Iyer, G.R. (2012). Resource-constrained product development: Implications for green marketing and green supply chains. *Industrial Marketing Management*, 41(4), 599-608.

Shava, E., Gunhidzirai, C. (2017). Fish farming as an innovative strategy for promoting food security in drought risk regions of Zimbabwe. Jàmbá : *Journal of Disaster Risk Studies*, (9).

Shaw, A., Kristjanson, P. (2014). A Catalyst toward Sustainability? Exploring Social Learning and Social Differentiation Approaches with the Agricultural Poor. *Sustainability*, 6, 2685-2717.

Shaw, D.J. (2002). Food Aid in Sub-Saharan Africa: Policy Lessons for the Future. *Canadian Journal of Development Studies / Revue canadienne d'études du développement*, 23(3), 571-599.

Sheth, J.N. (2011). Impact of Emerging Markets on Marketing: Rethinking Existing Perspectives and Practices. *Journal of Marketing*, 75(4), 166-182.

Shiferaw, B., Kebede, T., Kassie, M., Fisher, M. (2015). Market imperfections, access to information and technology adoption in Uganda: challenges of overcoming multiple constraints. *Agricultural Economics*, 46(4), 475-488.

Shivdas, A., Chandrasekhar, J. (2016). Sustainability through frugal innovations: an application of indian spiritual wisdom. Prabandhan. *Indian Journal of Management*, 9(5).

Simula, H., Hossain, M., Halme, M. (2015). Frugal and reverse innovations-Quo Vadis? *Current science*, 109(9), 1-6.

Sinkovics, N., Sinkovics, R.R., Yamin, M. (2014). The role of social value creation in business model formulation at the bottom of the pyramid - implications for MNEs? *International Business Review*, 23(4) , 692-707.

Sissoko, M. (2019). Vers une agriculture durable au Mali à travers l'innovation. Doctoral dissertation (in progress), Université de Namur, Belgique.

Sissoko, S., Doumbia, S., Vaksmann, M., Hocdé, H., Bazile, D., Sogoba, B., Kouressy, M., Vom Brocke, K., Coulibaly, M., Touré, A., Dicko, B.G. (2008). Prise en compte des savoirs paysans en matière de choix variétal dans un programme de sélection. *Cahiers Agricultures*, 17 (2), 128-133.

Skiba, F., Herstatt, C. (2009). Users as sources for radical service innovations: Opportunities from collaboration with service lead users. *International Journal of Services Technology and Management*, 12(3), 317-37.

Skiba, N., (2014). Processus d'innovation centré sur l'utilisateur : identification des besoins et interprétation de données issues de l'intégration de l'utilisateur dans le processus de co-conception. Thèse, Université de Lorraine.

Smale, M., Assima, A., Kergna, A., Theriault, V., Weltzien, E. (2018). Farm family effects of adopting improved and hybrid sorghum seed in the Sudan Savanna of West Africa. *Food Policy*, 74, 162-171.

Smale, M., Diakite, L., Grum, M. (2010). When grain markets supply seed: village markets for millet and sorghum in the Malian Sahel. In *Seed Trade in Rural Markets: Implications for Crop Diversity and Agricultural Development* (L. Lipper, L. A. C., T. Dalton, eds.). Earthscan, London.

Smale, M., Diakité, L., Grum, M., Jones, H., Traoré, I.S., Guindo, H. (2010). The Impact of Participation in Diversity Field Fora on Farmer Management of Millet and Sorghum Varieties in Mali. *African Journal for Agricultural and Resource Economics*.

Smale, M., Just, R., Leathers, H. (1994). Land allocation in HYV adoption models: An investigation of alternative explanations. *American Journal of Agricultural Economics*, 76, 534-546.

Smale, M., Kaunda, Z., Makina, H., Mkandawire, M., Msowoya, M., Mwale, D., Heisey, P. (1991). Chimanga cha Makolo, hybrids and composites: an analysis of farmers' adoption of maize technology in Malawi, 1989-1991. CIMMYT Economics Working Paper n° 91/04. CIMMYT Mexico, D. F.

Smale, M., Kergna, A., Thériault, V., Assima, A., Keita, N. (2016). Gender, Generation and Agricultural Intensification: A Case of Two Cereals in the Sudanian Savanna of Mali. Working Paper No. 26. Feed the Future Innovation Lab for Food Security Policy. East Lansing, Michigan State University.

Smale, M., Perez, C.A., Lynam, J., Nicklin, C., Cady, J.M., Nelson, R. (2012). Plants, Places, and People: Linking Social with Technical Innovation in the CCRP. Mcknight Foundation Working Paper.

Soleri, D., Cleveland, D.A. (2009). Breeding for quantitative variables. Part 1: Farmers' and scientists' knowledge and practice in variety choice and plant selection. In *Plant Breeding and Farmer Participation* (S. Ceccarelli, E. P. Guimaraes, E. Weltzien R., eds.), pp. 323-366. FAO, Rome.

Soon, K.W. K., Lee, C.A., Boursier, P. (2016). A study of the determinants affecting adoption of big data using integrated technology acceptance model (TAM) and diffusion of innovation (DOI) in Malaysia. *International journal of applied business and economic research*, 14(1), 17-47.

Sopjani, L., Janhager Stier, J., Ritzén, S. (2016). User involvement in disruptive innovation - A study on users of a light electric vehicle sharing system. In Nuran ACUR (ed.), Proceedings of 23rd Innovation and Product Development Management Conference Glasgow.

Soumaré M., Kouressy M., Vaksmann M., Maikano I., Bazile D., Traoré P.S., Traoré S.B., Ding-Kuhn M., Touré A., Vom Brocke K., Some L., Barro-Kondombo C.P. (2008). Prévision de l'aire de diffusion des sorghos photopériodiques en Afrique de l'Ouest. *Cahiers Agricultures*, 17(2), 160-164.

Soumaré, M. (2008). Dynamique et durabilité des systèmes agraires à base de coton au Mali. Thèse de doctorat, Université de Paris-Nanterre.

Sperling, L., Ashby, J.A., Smith, M.E., Weltzien, E., McGuire, S. (2001). A framework for analyzing participatory plant breeding approaches and results. *Euphytica*, 122, 439-450.

Spielman D.J., Ekboir J., Davis K. (2009). The Art and Science of Innovation Systems Inquiry: Applications to Sub-Saharan African Agriculture. *Technology in Society*, 31(4), 399-405.

Spielman, D., Ekboir, J., Davis, K., Ochieng, C.M. (2008). An innovation systems perspective on strengthening agricultural education and training in sub-Saharan Africa. *Agricultural Systems*, 98, 1-9.

Staatz, J. (1989). The Role of Market Conditions in Influencing the Adoption of New Agricultural Technologies in Mali. Michigan State University Department of Agricultural Economics Working Paper 89-109. Department of Agricultural, Food, and Resource Economics, Michigan State University.

Stewart, R., Langer, L., Rebelo Da Silva, N., Muchiri, E., Zaranyika, H., Erasmus, Y., Randall, N., Rafferty, S., Korth, M., Madinga, N., de Wet, T. (2015). The Effects of Training, Innovation and New Technology on African Smallholder Farmers' Economic Outcomes and Food Security: A Systematic Review, 16.

Stock, J., Yogo, M. (2005). Testing for Weak Instruments in Linear IV Regression. In *Identification and Inference for Econometric Models* (D.W.K. Andrews, ed.), pp. 80-108. Cambridge University Press, New York.

Stock, R.M., Oliveira, P., von Hippel, E. (2015). Impacts of Hedonic and Utilitarian User Motives on the Innovativeness of User-Developed Solutions. *Journal of Product Innovation Management*, 32(3), 389-403.

Stokes, D., Bergin, R. (2006). Methodology or 'Methodolatry'? An Evaluation of Focus Groups and Depth Interviews. *Qualitative Market Research*, 9(1), 26-37.

Straub, D., Keil, M., Brenner,W. (1997). Testing the technology acceptance model across cultures: A three country study. *Information & Management*, 33, 1-11.

Sultan B., Lalou R., Sanni M. A., Oumarou A., Soumaré M. A. (2015). Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest. *IRD éditions*, Marseille.

Sunding, D., Zilberman, D. (2001). Chapter 4- The agricultural innovation process: Research and technology adoption in a changing agricultural sector. *Handbook of Agricultural Economics*, 1(1), 207-261.

Szogs, A., Chaminade, C., Azatyan, R. (2008). Building absorptive capacity in less developed countries. The case of Tanzania. CIRCLE Electronic Working Papers 2008/08. www.circle.lu.se/publications.

Szopik-Depczynoska, K., Cheba, K., Bąk, I., Ioppolo, G. (2020). User-Driven Innovation in Poland: Determinants and Recommendations. *Sustainability*, 12(171), 1-19.

Taherdoost, H. (2018). A review of technology acceptance and adoption models and theries. *Procedia Manufacturing*, 22, 960-967.

Tambo J., Wünscher T. (2014). What determines innovation capacity in farm households? Insights from rural Ghana, Presented in CSAE Conference 2014: Economic Development in Africa.

Tashakkori, A., Teddlie, C. (1998). *Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches.* Sage Publications.

Tashakkori, C., Teddlie (Eds.) (2003). *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Tefera, T.L., Puskur, R., Hoekstra, D., Tegegne, A. (2008). Exploring Innovation Capacity in Ethiopian Dairy Systems. *A paper presented at an international conference 'Enhancing Agricultural Development in Developing Countries through Knowledge and Innovation.*' IFPRI, 7-9 April, 2008, Addis Ababa, Ethiopia.

Tefft, J. (2004). Mali's white revolution: Smallholder cotton from 1960 to 2003. Focus 12, Brief 5 of 10, Building on Successes in African Agriculture, 2020 Vision for Food, Agriculture and the Environment, IFPRI, Washington.

The Economist (2010). The World Turned Upside Down. The Economist. Retrieved from: http://www.economist.com/node/15879369.

The Worldwatch Institute (2011). Innovations that Nourish the Planet. The Worldwatch Institute, Washington, DC.

Théodoraki, C. (2017). Pour une approche écosystémique de la stratégie et de la performance des incubateurs. Thèse de doctorat, Université de Montpellier.

Theriault, V., Smale, M., Haider, H. (2017). How Does Gender Affect Sustainable Intensification of Cereal Production in the West African Sahel? Evidence from Burkina Faso. *World Development*, 92, 177-191.

Theriault, V., Smale, M., Haider, H. (2017). How does gender affect sustainable intensification? Evidence from Burkina Faso. *World Development*, 92, 177-191.

Thietart, R.A. (2007). *Méthodes de recherche en management*. Dunod, Paris.

Thompson, J., Scoones, I. (2009). Addressing the Dynamics of Agri-Food Systems: An Emerging Agenda for Social Science Research. *Environmental Science and Policy*, 12.

Tidd, J., Bessant, J., Pavitt, K. (2018). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change* (3rd ed.). John Wiley & Sons Ltd.

Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, 671-677.

Tiwari, R., Herstatt, C. (2012a). Frugal Innovations for the 'Unserved' Customer: An Assessment of India's Attractiveness as a Lead Market for Cost-Effective Products. Hamburg, Germany: Hamburg University of Technology Working Paper n° 69.

Tiwari, R., Herstatt, C. (2012b). Frugal innovation: a global networks' perspective. *Die Unternehmung*, 66(3), 245-274.

Tiwari, R., Herstatt, C. (2014). *Aiming Big with Small Cars: Emergence of a Lead Market in India*. Berlin: Springer.

Tiwari, R., Kalogerakis, K. (2020). What enables frugal innovation? An examination of innovation pathways in India's auto component industry. In: Tiwari R., Buse S. (eds) *Managing Innovation in a Global and Digital World*. Springer Gabler, Wiesbaden.

Touré, A., Traoré, K., Bengaly, A., Scheuring, J., Rosenow, D., Rooney, L. (1998). The potential of local cultivars in sorghum improvement in Mali. *African Crop Science Journal*, 6, 1-7.

Trott, P. (2005). *Innovation Management and New Product Development*. (3rd ed.). Harlow, England: Pearson Education Limited.

Tsai, K.H. (2009). Collaborative networks and product innovation performance: toward a contingency perspective. *Research Policy*, 38, 765-778.

Udry, C. (2010). The Economics of Agriculture in Africa: Notes Toward a Research Program. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 5.

Umar, S., Musa, M.W., Kamsang, L. (2014). Determinants of Adoption of Improved Maize Varieties among Resource-Poor Households in Kano and Katsina States, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 18, 115-124.

UNCTAD (2017). New innovation approaches to support the implementation of the Sustainable Development Goals. United Nations, New York and Geneva, 2017.

United Nations (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1. United Nations. New York.

Urban G.L., von Hippel E. (1988). Lead User Analyses for the Development of New Industrial Products. *Management Science*, 34, 569-82.

Urban, G.L., Von Hippel, E. (1988). Lead user analyses for the development of new industrial products. *Management Science*, 34(5), 569-582.

US Grain Council (2010). Sorghum. http://www.grains.org/Sorghum

Vaksmann, M., Kouressy, M., Toure, A., Coulibaly, M. (2005). Troisième cas : Valorisation de la diversité génétique des sorghos en zone cotonnière du Mali grâce à la sélection décentralisée et participative. In: Lançon, J., Floquet, A., Weltzien, E. (eds.) *Partenaires pour construire des projets de sélection participative*. pp. 39-48. Actes de l'atelier, Cotonou, March 14-18, 2005.

Van den Broek, E. (2009). Gender in development: The case study of ICRISAT's development initiatives for female sorghum producers in Mali. Wageningen University.

van der Have, R.P., Rubalcaba, L. (2016). Social innovation research: An emerging area of innovation studies? *Research Policy*, 45, 1923-1935.

Van Kleef, E., Van Trijp, H.C.M., Luning, P. (2005). Consumer Research in the Early Stages of New Product Development: a Critical Review of Methods and Techniques. *Food Quality and Preference*, 16(3), 181-201.

Vandenbosch, M., Clift, T. (2002). Dramatically Reducing Cycle Times through Flash Development. *Long Range Planning*, 35, 567-89.

Vanni F. (2014). The Role of Collective Action. *Agriculture and Public Goods*, 21-37

Vargo, S.L., Maglio, P.P., Akaka, M.A. (2008). On value and value co-creation: A service systems and service logic perspective. *European management journal*, 26(3), 145-152.

Venkatesh, V., Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Science*, 39(2), 273-312.

Venkatesh, V., Davis, F.D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.

Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, F.D., Davis, G.B. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27, 425-478.

Virk D. S., Singh D. N., Kumar R., Prasad S. C., Gangwar J. S., Witcombe J. R. (2003). Collaborative and consultative participatory plant breeding or rice for the rainfed uplands of eastern India. *Euphytica*, 132, 95-108.

vom Brocke, K., Trouche, G., Weltzien, E., Barro-Kondombo, C.P., Gozé, E., Chantereau, J. (2010). Participatory variety development for sorghum in Burkina Faso: Farmers' selection and farmers' criteria. *Field Crops Research*, 119, 183-194.

von Hippel, E. & Katz, R. (2002). Shifting innovation to users via toolkits. *Management Science*, 48(7), 821-833.

von Hippel, E. (1986). Lead users - A source of novel product concepts. *Management Science*, 32 (7), 791-805.

von Hippel, E. (1994). 'Sticky information' and the locus of problem solving: Implications for innovation. *Management Science*, 40, 429-439.

von Hippel, E. (2001). Perspective: user toolkits for innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 18(4), 247-257.

von Hippel, E. (2005). *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA, MIT Press.

von Hippel, E. (2007). Horizontal innovation networks: by and for users, *Industrial and Corporate Change*, 16(2), 293-315.

Von Seggern, M., Young, N.J. (2003). The focus group method in libraries: issues relating to process and data analysis. *Reference Services Review*, 31(3), 272-284.

Vroegindewey, R., Theriault, V., Staatz, J. (2018). Coordinating cereal farmers and buyers: evidence from Mali. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 8(2), 234-255.

Wacheux, F. (1996). *Méthodes qualitatives et recherche en gestion*. Paris : Economica, 296 p.

Walisinghe, B., Ratnasiri, S., Rohde, N., Guest, R. (2017). Does agricultural extension promote technology adoption in Sri Lanka. *International Journal of Social Economics*, 44, 2173-2186.

Wampfler, B. (2003). Services financiers et traction animale : quelles perspectives face au désengagement de l'etat ? : synthèse des cas du Nord Cameroun, de l'Est Burkina et du Bassin arachidier du Sénégal. In : *Atelier Traction Animale et Stratégies d'Acteurs : quelle recherche, quels services face au désengagement de l'Etat*?, Bobo-Dioulasso, 17-21 novembre 2003. s.l. : s.n., 29 p. Atelier international d'échange sur la Traction animale et les stratégies d'acteurs, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 17 Novembre 2003/21 Novembre 2003.

Wan, F., Williamson, P.J., Yin, E. (2015). Antecedents and implications of disruptive innovation: Evidence from China. *Technovation*, 39, 94-104.

Waters-Bayer, A., van Veldhuizen, L., Wettasinha, C., Wongtschowski, M. (2004). Developing Partnerships to Promote Local Innovation. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 10(3), 143-150.

Waters-Bayer, A., van Veldhuizen, L., Wongtschowski, M. and Wettasinha, C. (2009). Recognizing and enhancing processes of local innovation. In: Sanginga et al. (eds.), *Innovation Africa: enriching farmers' livelihoods*. London: Earthscan

Weltzien, E., Christinck, A., Touré, A., Rattunde, H.F.W., Diarra, M., Sangaré, A., Coulibaly, M. (2006). Enhancing farmers' access to sorghum varieties through scaling-up participatory plant breeding in Mali, West Africa. In: Almekinders, C., Hardon, J. (Eds.) Bringing Farmers Back into Breeding. Experiences with Participatory Plant Breeding and Challenges for Institutionalisation. Agromisa Special 5, Agromisa, Wageningen.

Weltzien, E., Kanouté, M., Toure, A., Rattunde, F., Diallo, B., Sissoko, I., Sangare, A., Siart, S. (2008b). Sélection participative des variétés de sorgho à l'aide d'essais multilocaux dans deux zones cibles. *Cahiers Agricultures*, 17, 134-139.

Weltzien, E., Sidibe, M., Diallo, B., Traore, Y., Coulibaly, M., vom Brocke, K., Jones, K., Ehret, M., Niccoleau, A., Somé, H., al., e. (2010). Seed systems II: Sustaining farmer managed seed initiatives for sorghum and pearl millet in Mali, Niger, and Burkina Faso. Project Report. ICRISAT, Patancheru, India.

Weltzien, E., Smith, M.E., Meitzner, L. S., Sperling, L. (2003). Technical and institutional issues in participatory plant breeding-from the perspective of formal plant breeding: A global analysis of issues, results, and current experience; Participatory Research and Gender Analysis Program (PRGA). Cali, Colombia.

Weltzien, E., Sperling, L., Smith, M.E., Meitzner L.S. (2001). Farmer participation and formalled participatory plant breeding programs: types of impact to date. In: Proceedings of the workshop "Assessing the impact of participatory research and gender analysis" (eds N. Lilja, J.A. Ashby, L. Sperling), Prga-Ciat, 55-76.

Weltzien, E., vom Brocke, K., Touré, A., Rattunde, F., Chantereau, J. (2008a). Revue et tendances pour la recherche en sélection paticipative en Afrique de l'Ouest. *Cahiers Agricultures*, 17(2), 165-171.

West, J., Bogers, M. (2014). Leveraging external sources of innovation: a review of research on open innovation. *Journal of Product Innovation Management*, *31*(4), 814-831.

Weyori, A.E., Amare, M., Garming, H., et al. (2018). Agricultural innovation systems and farm technology adoption: findings from a study of the Ghanaian plantain sector. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 24, 65-87.

Weyrauch, T., Herstatt, C. (2017). What is frugal innovation?: Three defining criteria. *Journal of Frugal Innovation*, 2(1).

Williamson, P.J. (2010). Cost innovation: preparing for a 'value-for-money' revolution. *Long Range Plan*, 43(2), 343-353.

Wisdom, J.P., Chor, K.H.B., Hoagwood, K.E., Horwitz, S.M. (2014). "Innovation Adoption: A Review of Theories and Constructs.," *Adm. Policy Ment. Health*, 41, 480-502.

Witcombe, J.R., Joshi, A., Joshi K.D., Sthapit, B.R. (1996). Farmer participatory crop improvement. I. Varietal selection and breeding methods and their impact on biodiversity. *Experimental Agriculture*, 32, 445-460.

Witell, L., Gebauer, H., Jaakkola, E., Hammedi, W., Patricio, L., Perks, H. (2017). A bricolage perspective on service innovation. *Journal of Business Research*, 79, 290-298.

Wooder, S., Baker, S. (2012). Extracting Key Lessons in Service Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 29(1), 13-20.

Wooldridge, J.M. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT Press, Cambridge, Mass.

World Bank (2006). Enhancing Agricultural Innovation: How to Go Beyond the Strengthening of Research Systems. Washington, DC: World Bank.

World Bank (2008). World Development Report 2008: Agriculture for Development. World Bank, Washington DC.

World Bank (2011). Agricultural Innovation Systems: An Investment Source Book. Washington, DC: World Bank.

Xu, Q., Chen, J., Xie, Z., Liu, J., Zheng, G., Wang, Y. (2006). Total Innovation Management: a novel paradigm of innovation management in the 21st century. *The Journal of Technology Transfer*, 32, 9-25.

Yai, E.D., Ahodode B.G.C. and Biaou F.C. (2014). Incidence du Changement Climatique sur les Productions Agricoles : cas de la commune de Banikoara, Colloque de l'AETA, Cotonou, 11-13 novembre.

Yapi, A., Kergna, A., Debrah, S., Sidibe, A., Sanogo, O. (2000). Analysis of the economic impact of sorghum and millet research in Mali. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Andhra Pradesh, India.

Yi, M.Y., Jackson, J.D., Park, J.S., Probst, J.C. (2006). Understanding information technology acceptance by individual professionals: Toward an integrative view. Information & Management, 43 (3), 350-363.

Yin, R.K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Zaltman, G., Duncan, R., Holbek, J. (1973). *Innovations and Organizations*. Wiley, New York.

Zedtwitz, M., Corsi, S., Søberg, P.V., Frega, R. (2015). A typology of reverse innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 32(1), 12-28.

Zeschky, M., Widenmayer, B., Gassmann, O. (2011). Frugal innovation in emerging markets. *Research Technology Management*, 54(4), 38-45.

Zeschky, M.B., Winterhalter, S., Gassmann, O. (2014). From cost to frugal and reverse innovation: Mapping the field and implications for global competitiveness. *Research-Technology Management*, 57(4), 20-27.

Zeweld, W., Van Huylenbroeck, G., Tesfay, G., Speelman, S. (2017). Smallholder farmers' behavioural intentions towards sustainable agricultural practices. *Journal of Environmental Management*, 187, 71-81.

Zhang, J., Zhang, X., Mu, W., Zhang, J., Fu, Z. (2009). Farmers‘ Information Usage Intention in China Based on the Technology Acceptance Model. In Li, D., Chunjiang, Z. (eds.), *Computer and Computing Technologies in Agriculture* II, Volume 3 (pp. 1845-1853). Springer, Boston, US volume 295 of IFIP Advances in Information and Communication Technology.

Zizlavsky, O. (2013). Past, Present and Future of the Innovation Process. *International Journal of Engineering Business Management*, 5.

Zwass, V. (2010). Co-creation: Toward a taxonomy and an integrated research perspective. *International Journal of Electronic Commerce*, 15, 11-48.

Liste des figures

Figure 1. Représentation simplifiée de l'articulation des articles de la thèse : vers une innovation au service des utilisateurs dans les pays en voie de développement 7

Figure 2. Exemples de modèles linéaires (Rothwell, 1994)..... 15

Figure 3. Exemple de modèle interactif couplé (Rothwell, 1994) 16

Figure 4. Exemple de modèle *d'open innovation* (adapté de Docherty, 2006)..... 17

Figure 5. Le système d'innovation agricole (Pichot et Faure, 2009) 29

Figure 6. Carte des zones d'étude (source GISAIA)..... 65

Figure 7. Champ de sorgho (A)..... 66

Figure 8. Champ de sorgho (B)..... 66

Figure 9. Nouveau semoir motorisé (source, IER)..... 67

Figure 10. Déroulement et phases de la collecte des données qualitatives 69

Figure 11. Proposition d'un modèle sur la participation des utilisateurs dans l'innovation ... 115

Figure 12. A conceptual model for understanding frugal innovation (source: authors) 127

Figure 13. Motorized seeder for fertilizers and seeds 129

Figure 14. Proposition of a model for frugal innovation..... 142

Liste des tableaux

Tableau 1. Positionnement des articles dans les domaines de recherche 8

Tableau 2. Modèles et approches d'innovation 18

Tableau 3. Principaux types d'innovation dans le secteur de l'agriculture 23

Tableau 4. Les termes et définitions en liens avec l'approche d'innovation frugale 33

Tableau 5. Les principales approches liées au paradigme d'innovation frugale 37

Tableau 6. Composition et évolution des équipements agricoles au Mali (1997-2014) - Données compilées à partir de FAO (2010) et de Sanogo et Diallo (2017) 49

Tableau 7. Les principaux paradigmes épistémologiques 54

Tableau 8. Les trois principaux types de méthodes mixtes (Creswell et al., 2014) 58

Tableau 9. Design de recherche 60

Tableau 10. Sources d'informations collectées 62

Tableau 11. Variables definitions and values 82

Tableau 12. Results of the econometric estimation 85

Tableau 13. Profil et localisation des organisations et des individus interviewés 100

Tableau 14. Définitions et statistiques des variables 109

Tableau 15. Résultats du modèle Probit 110

Liste d'abréviations et de sigles

ADAF/Gallé	Association pour le Développement des Activités de production et de Formation
ADRA Mali	Adventist Development Relief Agency Mali
AMEDD	Association Malienne d'Éveil au Développement Durable
AOPP	Association des Organisations Professionnelles Paysannes
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CIRCE	Creativity and Innovation Research Center
COOPROSEM	Coopérative pour la Promotion de la filière Semencière du Mandé
DNA	Direction Nationale de l'Agriculture
ECOFIL	Economie des Filières
FIDA	Fonds International de Développement Agricole
GCOZA	Groupe de Coordination des Zones Arides / Coordination Group for Arid Areas
GISAIA	Guiding Investments in Sustainable Agricultural Intensification in Africa
ICRISAT	International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics
IER	Institut d'Economie Rurale
ILVO	Institute for Agricultural and Fisheries Research
MSU	Michigan State University
NORAGRIC	International Environment and Development Studies, Norwegian University of Life Sciences
ODD	Objectifs de Développement Durable
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OP	Organisation de producteurs

PVD	Pays en Voie de développement
SNV	Organisation Néerlandaise de Développement
UACT	Union des Agriculteurs du Cercle de Tominian
ULPC	Union Locale des Producteurs de Céréales
UNamur	Université de Namur
USAID	United States Agency for International Development
USCPMD	Union des Sociétés Coopératives des Producteurs de Maïs de Dièdougou

Annexes

Annexe A. Aperçu des principales organisations investiguées

Au Mali, les projets d'innovation variétale impliquent principalement les institutions nationales de recherche comme l'IER, les institutions internationales comme l'ICRISAT ou le CIRAD, les organisations de producteurs et les ONGs. Avant de boucler cette thèse, il nous semble intéressant de donner une brève description de ces principaux acteurs œuvrant dans le processus d'innovation variétale. Toutefois, dans cette recherche notre analyse se situe au niveau des producteurs et des organisations de producteurs.

IER

L'Institut d'Economie Rurale (IER) crée en 1961, un établissement public, est la principale structure au Mali qui est chargée de la recherche agricole. Il est fortement lié à la Direction nationale de l'Agriculture (DNA), qui, quant à elle s'occupe de la vulgarisation agricole. Par exemple dans le programme national d'innovation variétale de sorgho, la recherche sur les nouvelles variétés relève essentiellement de l'IER, et la DNA se charge de la diffusion. En plus de l'IER, l'IPR/IFRA est le second établissement public impliqué dans la recherche variétale. Généralement au Mali la recherche agricole est collaborative. Ainsi, plusieurs organismes internationaux de cherche agricole travaillent en étroite collaboration avec les structures nationales au Mali notamment l'ICRISAT, le CIRAD, le NORAGRIC, etc. En plus du financement public, parmi les bailleurs de l'IER, on peut citer l'USAID, le PNUD, la Coopération suisse, la Coopération française, l'Agence norvégienne, la Coopération néerlandaise, la banque mondiale, l'Union européenne, etc.

ICRISAT

L'Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides (ICRISAT) est l'un des centres de recherche agricole, pour le développement, du Groupe Consultatif Internationale pour la Recherche Agricole (CGIAR). Depuis 1991, l'ICRISAT a installé au Mali une station de recherche et y exécute son programme ouest-africain d'innovation variétale de sorgho. En plus de ce dernier, la station travaille sur d'autres cultures comme le mil, le maïs et l'arachide. Au Mali, la principale mission de l'ICRISAT est d'accompagner les structures nationales pour garantir la sécurité alimentaire et réduire la pauvreté à travers l'accroissement de la productivité agricole, et protéger l'environnement. Ce

qui fait de l'institut l'un des principaux exécutants de projets d'innovation variétale au Mali. Il faut souligner que l'ICRISAT est financé par plus d'une cinquantaine de bailleurs de fonds (pays, fondations, banques de développement).

CIRAD

Le centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) est un établissement public français crée en 1984. Depuis, il accompagne le Mali dans le développement agricole à travers la coopération bilatérale (Mali-France) et plusieurs projets nationaux ou régionaux. C'est dans ce contexte que le CIRAD intervient dans les projets d'innovation variétale de sorgho au Mali. N'ayant pas de centre de recherche dans le pays, le CIRAD réalise ses travaux au sein des structures nationales notamment l'IER. Le financement du CIRAD provient de l'Etat français (Budget Civil de Recherche et de Développement – BCRD) et de ressources contractuelles (avec son statut industriel et commercial).

NORAGRIC

Crée en 1986, NORAGRIC est le centre pour les études internationales de l'environnement et du développement de l'Université des Sciences de la vie en Norvège. Cette institution a fourni un véritable support scientifique pour recherche et le développement au niveau de plusieurs projets au Mali dont l'application mécanique des microdoses d'engrais et de semences.

ONGs

Dans les processus d'innovation, plusieurs organisations non gouvernementales (ONGs) apportent un appui technique et de facilitation aux projets. Ainsi elles ont un rôle d'interface entre les institutions de cherche et les organisations de producteurs.

OP

Aujourd'hui, les organisations de producteurs (OP) semblent désormais être des acteurs à part entière pour travailler avec toutes les autres institutions qui interviennent dans le monde agricole au Mali. Ainsi rappelons que nous essayons, dans cette recherche, de comprendre la participation des OP et leurs producteurs dans le processus d'innovation variétale.

Annexe B. L'émergence des OP et la prise en compte progressive des producteurs

Encadré 2. L'émergence des OP et la prise en compte progressive des producteurs

Au cours de ces trois dernières décennies, les politiques agricoles en Afrique subsaharienne ont été caractérisées par un désengagement de l'État, une libéralisation des marchés et une ouverture démocratique (Mercoiret, 2006 ; Bélières et al., 2008 ; Bélières, 2014). Ainsi au Mali, ce contexte a permis le développement de nouvelles formes organisationnelles du monde paysan. Les producteurs se sont organisés pour bénéficier d'un pouvoir de négociation et de décision dans leur environnement socio-économique et politique afin d'améliorer leurs conditions de vie et leurs revenus. Selon Arcand et al. (2003), les producteurs s'organisent pour atteindre trois grands objectifs spécifiques : (1) gestion efficace des ressources collectives ; (2) accès aux crédits, à des services, ou à des marchés ; (3) participation aux processus de prise de décision concernant le monde agricole. Ceci permet de distinguer trois fonctions liées aux OP : une fonction syndicale ; une fonction économique et technique ; et une fonction de développement social. Au regard de ces fonctions, les OP au Mali peuvent prendre plusieurs formes juridiques (associations, coopératives de base, union des coopératives, chambres d'agriculture, ONGs locales).

Avant l'indépendance – 1970 (1ère génération d'orientation de la politique agricole)

L'histoire des OP au Mali est d'abord marquée par les groupements traditionnels. Ces derniers avaient pour vocation l'entraide entre les membres du village ou de la communauté, lors des activités socioculturelles (travaux champêtres, cérémonies, etc.). Ce n'est qu'avec les colons et avec l'Etat ensuite qu'on voit apparaître les premières formes d'OP non traditionnelles (les associations villageoises, les tons villageois et les coopératives) qui s'établissant autour des métiers ou des intérêts spécifiques (Bélières et al., 2008).

Période 1970 – 1990 (2ème génération d'orientation de la politique agricole)

Au cours des années 70 et 80, la sécheresse a frappé tous les pays du sahel, entrainant une famine et un exode rural sans précédent. Pour lutter contre ce fléau, de nombreuses ONGs, à vocation caritative et de développement, arrivent au Mali (Bélières et al., 2008). Ainsi elles ont permis le développement et le renforcement de plusieurs associations villageoises (AV) et de producteurs pour promouvoir le développement local. Pour la même période, avec la création de la CMDT (compagnie malienne pour le développement du textile) en 1974, on assiste à une structuration des associations villageoises autour de la production cotonnière au compte de cette société cotonnière étatique. Ces AV avaient pour but : la distribution d'intrants, la diffusion des

techniques de production et la commercialisation du coton à la CMDT. Plusieurs de ces AV ont rencontré de nombreux échecs dans la gestion financière (Bélières et al., 2008).

Par ailleurs, la politique d'ajustements structurels et de libéralisation imposés aux états africains au début des années 80 n'a pas épargné le Mali. Elle s'est traduite par un désengagement de l'Etat du secteur agricole en laissant les paysans à eux-mêmes. A la fin des années 80, en 1988, l'Etat met en place le réseau des chambres d'agriculture à travers le pays, afin de donner aux paysans une représentation nationale (Bélières, 2014). Ainsi, aujourd'hui on compte neuf chambres, représentées par une Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture du Mali (APCAM) qui constitue un interlocuteur direct de l'Etat. Critiquées pour leur rapprochement avec le pouvoir publique, ces nouvelles structures sont loin de régler les problèmes des paysans (Griffon, 2001 ; Coulibaly, 2002).

Période 1990 – 2000 (Mouvement syndical)

L'avènement de la démocratie en 1992 ouvre une nouvelle opportunité pour les producteurs de se faire entendre notamment lors de la Conférence Nationale et la réalisation des Etats Généraux du Monde Rural en 1994. Dans ce contexte d'ouverture démocratique, on assiste à une dynamique syndicale qui mène à la constitution des OP faîtières autonomes et indépendantes. Les exemples remarquables de ce changement ne manquent pas : le Syndicat des Cotonniers et Vivriers du Mali (SYCOV), le Syndicat des Exploitants Agricoles de l'Office du Niger (SEXAGON), l'AOPP ou encore la CNOP. Pour l'AOPP, « il n'est plus possible au Mali, de parler d'agriculture à la place des paysans et sans eux ». Toutefois, la question de la représentativité de l'interlocuteur paysan fait objet de débat récurrent au Mali, entre les rôles respectifs des OP créées à l'initiative des producteurs et soutenue par l'aide extérieure et celles impulsées par l'Etat (Mercoiret, 2006).

Après 2000 (Professionnalisation et de spécialisation)

A la suite de ce mouvement, au niveau local, les bailleurs de fonds et les ONGs vont mettre l'accent sur le renforcement des capacités économiques des OP, ce qui va de pair avec une professionnalisation et une spécialisation autour des activités agricoles. Ces incitatives permettent de remplaçant progressivement les formes d'associations villageoises et de coopératives existantes. Par exemples, plusieurs programmes ont permis la spécialisation des organisations de producteurs : GPC appuyés par l'AFD ; l'ULPC, l'ULPK, USCPMD par la SNV ; l'UACT par l'AFDI ou encore la COOPROSEM soutenue par l'ICRISAT ; etc. Ainsi, on assiste à la création des coopératives de bases et des unions des coopératives qui adhèrent aux organisations syndicales. Contrairement à ces dernières, les nouvelles formes coopératives peuvent avoir des fonctions économiques et techniques. Cette nouvelle dynamique a été surtout

accélérée, dans plusieurs des cas, par la crise financière des années 2000 de la CMDT (Koné, 2011) et son désengagement du monde rural.

Les lois ont elles aussi évolué pour permettre un cadre juridique favorable au mouvement paysan, à la professionnalisation et à la spécialisation des producteurs. En 2001, l'Etat a reformé le statut général des sociétés coopératives. En 2004, la loi d'associations est promulguée. Ensuite, l'Etat malien élabore une stratégie de développement agricole, et promulgue à cet effet la LOA (loi d'orientation agricole) en 2006. Enfin, un changement important, dans lequel les OP ont participé, est la loi de 2010 relative aux semences d'origine végétale qui donne la possibilité aux producteurs de produire et de commercialiser les semences à travers leurs OP.

En conclusion, même si les OP en Afrique subsaharienne n'ont été ni informées, ni associées aux décisions politiques des réformes économiques et institutionnelles des années 1980 et 1990 (Mercoiret, 2006), aujourd'hui, au Mali, elles semblent participer à l'élaboration et à la mise en œuvre des politiques publiques (Bélières et al., 2008). Cependant, on peut leur reprocher aussi qu'elles « ne servent pas tant les intérêts des producteurs que ceux de leurs représentants ou de la catégorie sociale dont ils sont issus, voire se mettent au service d'autres acteurs (pouvoirs publics, groupe agro-industriel, groupe de pression) », ajoutent ces auteurs.

Plusieurs études montrent le succès des OP à soutenir les petits producteurs en Afrique subsaharienne. Citons la production et la commercialisation du coton au Mali (Tefft, 2004) ; l'exportation de l'oignon au Burkina Faso (KIT et IIRR, 2008) ; la commercialisation de céréales en Ethiopie (Bernard et al., 2008) ; la commercialisation de bananes au Kenya (Fischer et Qaim, 2012) ; ou encore la production et la commercialisation de semences des nouvelles variétés de mil et sorgho au Mali (Coulibaly, 2011). Les OP sont des véritables lieux de diffusion des innovations technologiques (Bonnassieux, 2002). En revanche, ces OP manquent parfois d'efficacité suite à différents facteurs tels que le manque de coordination, le manque d'engagement des membres, la mauvaise gouvernance, les conflits, le manque de cohésion sociale, l'opportunisme, le manque de confiance et de transparence, l'asymétrie d'information, soulignent certains auteurs (Chirwa et al., 2005).

Annexe C. Aperçu des 17 objectifs de développement durable

Encadré 3. Objectifs de développement durable (Nations Unies, 2015)

Objectif 1. Éliminer la pauvreté sous toutes ses formes et partout dans le monde ;

Objectif 2. Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable ;

Objectif 3. Permettre à tous de vivre en bonne santé et promouvoir le bien-être de tous à tout âge ;

Objectif 4. Assurer l'accès de tous à une éducation de qualité, sur un pied d'égalité, et promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie ;

Objectif 5. Parvenir à l'égalité des sexes et autonomiser toutes les femmes et les filles ;

Objectif 6. Garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau ;

Objectif 7. Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable ;

Objectif 8. Promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous ;

Objectif 9. Bâtir une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation ;

Objectif 10. Réduire les inégalités dans les pays et d'un pays à l'autre ;

Objectif 11. Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables ;

Objectif 12. Établir des modes de consommation et de production durables ;

Objectif 13. Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions ;

Objectif 14. Conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins du développement durable ;

Objectif 15. Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des terres et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité ;

Objectif 16. Promouvoir l'avènement de sociétés pacifiques et ouvertes à tous aux fins du développement durable, assurer l'accès de tous à la justice et mettre en place, à tous les niveaux, des institutions efficaces, responsables et ouvertes à tous ;

Objectif 17. Renforcer les moyens de mettre en œuvre le Partenariat mondial pour le développement durable et le revitaliser.

Annexe D. Guide d'entretien - Etude sorgho

Guide d'entretien pour les producteurs participants

Profil du producteur

Nom :

Age :

Sexe :

Education :

Organisation de Producteurs :

Localité :

Téléphone :

Date de l'entretien :

Heure de début :

Heure de fin :

Durée de l'entretien :

A- Questions générales

1- Comment êtes-vous arrivé à cultiver le sorgho ?

2- Depuis combien de temps êtes-vous membre de l'organisation de producteurs (OP) ? Comment percevez-vous votre rôle au sein de l'OP ?

3- L'OP vous a-t-elle déjà aidé dans le cadre de la culture du sorgho ? Comment cela s'est-il passé ?

B- Amélioration variétale de sorgho

4- Quelles sont les types de variétés de sorgho que vous cultivez ? Pourquoi ?

5- Avez-vous déjà eu à acquérir des semences de nouvelles variétés de sorgho que vous ne connaissiez pas auparavant et sans que vous ayez participé à son élaboration ? Pourquoi ? Comment cela s'est-il passé ?

6- Qui vous ont proposé ces semences ? Prennent-ils connaissance de vos besoins avant de vous les proposer ? Comment ?

7- Avez-vous eu l'occasion de mettre au point avec les projets des variétés nouvelles de sorgho ? Lesquelles ? Pourquoi ? Comment cela s'est-il passé ? Quels rôles avez-vous joué ?

8- Quels sont les projets avec qui vous avez travaillé ?

9- Dans l'amélioration variétale de sorgho, avez-vous l'habitude de travailler avec les projets sans l'intermédiaire de l'OP ? Pourquoi ? Quels sont ces projets ?

10- Avez-vous appris des autres producteurs lors de ces activités ? Comment cela s'est-il passé ? Pouvez-vous me donner quelques exemples ?

11- D'après vous, qu'avez-vous apporté aux autres producteurs lors de ces activités ? Comment cela s'est-il passé ?

12- En quoi le travail avec les projets en matière de nouvelles variétés de sorgho vous a-t-il servi ? Pouvez-vous me donner quelques exemples ?

13- Avez-vous eu besoin d'abandonner certaines variétés nouvelles de sorgho ? Lesquelles ? Pourquoi ?

14- Avez-vous eu des difficultés dans les activités d'amélioration variétale de sorgho ? Lesquelles ?

C- Adoption de nouvelles variétés de sorgho et accès aux marchés

15- Votre adhésion à l'OP vous permet-elle de satisfaire vos aspirations en matière de culture du sorgho ? Comment ?

16- En quoi estimez-vous que l'amélioration variétale de sorgho influence la performance de vos activités ?

17- Comment voyez-vous votre avenir en matière de culture du sorgho ?

D- Complément pour producteur animateur/technicien

18- Quel a été votre rôle dans les projets d'amélioration de sorgho ?

19- D'après vous, les producteurs ont-ils appris de ces projets ?

20- En tant qu'animateur ou technicien, avez-vous eu des difficultés dans les activités d'amélioration variétale de sorgho ? Lesquelles ?

21- Que pensez-vous avoir appris dans ces projets ?

E- Conclusions de l'entretien

Avez-vous d'autres informations à ajouter ? Avez-vous des questions ?

Quelles personnes pourriez-vous me recommander pour traiter du sujet ?

Merci pour votre collaboration !

Guide d'entretien pour les responsables de l'OP

Profil de l'OP

Nom :

Age :

Localité :

Téléphone :

Date de l'entretien :

Heure de début :

Heure de fin :

Durée de l'entretien :

A- Présentation de l'OP

1- Comment est arrivée l'idée de création de votre organisation de producteurs (OP) ? Quel objectif vise-t-elle ?

2- Quelles sont les types de variétés de sorgho que vos membres cultivent ? Votre OP produit-elle des variétés locales de sorgho ? Lesquelles ? Pourquoi ?

3- Comment l'OP aide-t-elle ses membres dans le cadre de la culture du sorgho ?

4- Quelle stratégie votre OP a-t-elle face au changement climatique en matière de culture du sorgho?

B- Amélioration variétale de sorgho

5- Votre OP a-t-elle travaillé avec les projets sur les nouvelles variétés de sorgho ? Pouvez-vous me donner quelques exemples de ces variétés ? Comment cela s'est-il passé ? Pensez-vous que cela est-il important ? Pourquoi ?

6- Quels sont ces projets ? Depuis combien de temps travaillent-ils avec votre OP sur la mise au point de nouvelle variété de sorgho ?

7- Pouvez-me dire quels rôles l'OP à jouer dans ces projets d'amélioration variétale de sorgho ?

8- En quoi la collaboration avec les projets d'amélioration de sorgho a-t-elle servi à votre OP ? Pouvez-vous me donner quelques exemples ?

9- Votre OP a-t-elle développé des compétences particulières dans le cadre des projets d'amélioration variétale de sorgho ? Lesquelles ? Comment a-t-elle pu les développer ?

C- Adoption de nouvelles variétés de sorgho et accès aux marchés

10- En quoi estimez-vous que l'utilisation des semences de variétés améliorées de sorgho influence la performance des activités de votre OP ?

11- Comment l'OP se mobilise pour saisir les opportunités et lever les contraintes en matière de mise au point et d'adoption de nouvelles variétés de sorgho ?

12- Votre OP a-t-elle eu des difficultés dans ce travail d'amélioration variétale de sorgho ? Pourquoi ?

13- Votre OP a-t-elle eu besoin d'arrêter la commercialisation de certaines nouvelles semences de sorgho ? Lesquelles ? Pourquoi ?

14- Comment voyez-vous l'avenir de votre OP en matière de culture du sorgho ?

D- Conclusions de l'entretien

Avez-vous d'autres informations à ajouter ?

Avez-vous des questions ?

Quelles personnes pourriez-vous me recommander pour traiter du sujet ?

Merci pour votre collaboration !

Guide d'entretien à destination des chercheurs

Profil du chercheur

Nom :

Organisation :

Localité :

Téléphone :

Date de l'entretien :

Heure de début :

Heure de fin :

Durée de l'entretien :

Collaboration avec les producteurs et organisations de producteurs (OP) en matière d'amélioration variétale de sorgho

1- Avez-vous déjà mis au point de nouvelles variétés de sorgho avec les producteurs ? Pourquoi ? Comment cela s'est-il passé ?
2- Pouvez-vous me donner les grandes phases d'un processus d'amélioration variétale de sorgho ? Dans quelles phases les producteurs sont-ils intégrés ? Pourquoi ? Comment ?
3- Pensez-vous que les producteurs peuvent avoir des compétences particulières dans le processus d'amélioration variétale de sorgho ? Pourquoi ?
4- Qu'avez-vous appris des producteurs lors de ces activités ?
5- D'après vous, qu'avez-vous apporté aux producteurs lors de ces activités ?
6- Les producteurs ont-ils eu besoin d'abandonner certaines variétés nouvelles de sorgho pour revenir aux variétés locales ? Pourquoi ?
7- Travaillez-vous avec les OP dans le cadre de l'amélioration variétale de sorgho ? Si oui, comment cela se passe-t-il ?
8- Y a-t-il une différence fondamentale entre le travail avec les producteurs pris individuellement et le travail avec les OP ? Pourquoi ?
9- Quelles sont les principales OP avec qui vous avez collaboré ? comment choisissez-vous les OP avec qui vous travaillez ?
10- A votre avis, quelles sont les conditions favorables pour stimuler l'adoption de variétés nouvelles de sorgho dans le milieu producteur ?
11- Quelles sont les principales difficultés que vous avez dans la collaboration avec les producteurs, dans le cadre de l'amélioration variétale de sorgho et de l'adoption des variétés du sorgho ?

12- En quoi pouvez-vous être utile pour les producteurs en matière de commercialisation des semences des nouvelles variétés de sorgho ?

Conclusions de l'entretien

Avez-vous d'autres informations à ajouter ?

Avez-vous des questions ?

Quelles personnes pourriez-vous me recommander pour traiter du sujet ?

Merci pour votre collaboration !

Annexe E. Guide d'entretien - Etude semoir

Guide d'entretien pour les producteurs participants

Profil du producteur

Nom :

Age :

Sexe :

Education :

Organisation de Producteurs :

Localité :

Téléphone :

Date de l'entretien :

Heure de début :

Heure de fin :

Durée de l'entretien :

Comprendre le projet d'innovation technologique du semoir

1. Comment êtes-vous devenu producteur ? Quelles sont vos principales cultures ?
2. Avec quels équipements agricoles travaillez-vous ?
3. Depuis combien de temps travaillez-vous avec un semoir? Comment avez-vous obtenu ce semoir ?
4. Dans quels types de culture utilisez- vous le semoir ?
5. Pourquoi avez-vous accepté de travailler dans le projet sur le nouveau semoir ?
6. Pensez-vous avoir joué un rôle dans ce projet ?
7. Avez-vous des attentes par rapport au nouveau semoir ? Si oui, lesquelles ?
8. Qu'est-ce que ce nouveau semoir vous apporte de plus par rapport à l'existant ?
9. Quelles sont les difficultés que vous avez eues en travaillant avec le nouveau semoir ?
10. Dans votre village, les femmes ont-elles accès aux semoirs ? Si non, pourquoi ? Si oui, comment?
11. En quoi le nouveau semoir peut-il vous aidez ?
12. Pensez-vous que les coopératives de producteurs peuvent jouer un rôle dans l'acquisition et l'utilisation des semoirs ?
13. Sur quoi avez-vous échangé avec les autres acteurs du projet ?

14. Quelles sont les principales difficultés de collaboration que vous eues avec les acteurs du projet ?
15. Quelles sont, selon vous, les conditions pour stimuler l'adoption de ce nouveau semoir ?
16. Comment voyez-vous l'impact de ce semoir dans votre activité ?

Conclusions de l’entretien

Avez-vous d’autres informations à ajouter ?

Avez-vous des questions ?

Merci pour votre collaboration !

Guide d'entretien à destination des chercheurs

Profil du chercheur

Nom :

Organisation :

Fonction :

Contact :

Date de l'entretien :

Heure de début :

Heure de fin :

Durée de l'entretien :

Comprendre le projet d'innovation technologique du semoir

1- Pouvez-vous me donner une brève présentation de vos activités au sein de votre instituions ?
2- Pouvez-vous me parler du projet d'innovation du semoir ?
3- Pourquoi avez-vous développé ce semoir ? Comment cela s'est-il passé ?
4- Quel est la contribution de ce nouveau semoir par rapport à l'existant ?
5- Comment pouvez-vous représenter le processus d'innovation du semoir ? Dans quelles phases du processus les producteurs ont-ils été associés ? Pourquoi ? Comment ?
6- Quelles contributions les producteurs locaux ont-ils apporté dans la réalisation de cette innovation ?
7- De quelles manières avez-pris en compte les attentes des producteurs ?
8- Avez-vous souvent échangé les idées, expériences et connaissances avec les artisans locaux dans la réalisation de cette innovation ? Comment cela s'est-il passé ? Pensez-vous que cela est-il important ? Pourquoi ?
9- Quelles contributions les artisans locaux ont-ils apporté dans la réalisation de cette innovation ?
10- Les organisations de producteurs ont-ils joué un rôle dans le cadre de cette innovation ? Comment ?
11- Avez-vous travaillé avec d'autres acteurs dans ce projet ? Si oui, lesquels? Quels ont été leurs rôles ?
12- Selon vous, quelles sont les conditions favorables pour stimuler l'adoption d'une telle innovation en milieu paysan ?
13- Quelles sont les principales difficultés que vous avez eues dans le cadre de cette innovation ?

14- Comment voyez-vous les phases à venir pour cette innovation ?
15- Comment voyez-vous l'impact (y compris environnemental) de ce nouveau semoir dans le monde agricole ?

Conclusions de l'entretien

Avez-vous d'autres informations à ajouter ?

Avez-vous des questions ?

Quelles personnes pourriez-vous me recommander pour traiter du sujet ?

Merci pour votre collaboration !

Guide d'entretien à destination Personnes ressources

Profil de la personne

Nom :

Organisation :

Fonction :

Contact :

Date de l'entretien :

Heure de début :

Heure de fin :

Durée de l'entretien :

Comprendre le projet d'innovation technologique du semoir

1. Pouvez-vous me fournir une brève présentation de vos activités au sein de votre établissement ?
2. Pouvez-vous me faire un bref état des lieux de la mécanisation agricole au Mali ?
3. Quels sont les principaux types d'équipements agricoles utilisés au Mali ?
4. Pensez-vous qu'il y a eu des échecs dans la mécanisation agricole au Mali ? Si oui, pourquoi ?
5. Pensez-vous que les utilisateurs peuvent jouer un rôle dans le développement et l'introduction d'équipements agricoles ? Pourquoi ? Et Comment ?
6. Avez-vous eu des échos sur le nouveau semoir motorisé ? Si oui, lesquels ?
7. Comment imaginez-vous l'impact de ce semoir dans le monde rural ?

Guide d'entretien à destination ONGs

Profil de la personne

Nom :

Organisation :

Fonction :

Contact :

Date de l'entretien :

Heure de début :

Heure de fin :

Durée de l'entretien :

Comprendre le projet d'innovation technologique du semoir

1. Pouvez-vous me fournir une brève présentation de votre organisation ?
2. Quelle fonction occupez-vous dans l'organisation ?
3. Comment votre organisation a-t-elle pris part au projet de mis au point d'un nouveau semoir ?
4. Pouvez-vous m'expliquer votre travail dans ce projet ?
5. Avez-vous eu des difficultés dans ce travail ? Si oui, lesquelles ?
6. Avez-vous travaillé avec les producteurs dans ce projet ? Si oui, quels ont été leurs rôles ?
7. Selon vous, en quoi les attentes des producteurs ont-elles été prises en compte dans le projet ?
8. Avez-vous travaillé avec d'autres acteurs dans ce projet ? Si oui, lesquels? Pourquoi ? Quels ont été leurs rôles ?
9. Quelles sont les principales difficultés de collaboration que vous eues avec les autres acteurs du projet ?
10. Comment voyez-vous l'impact (y compris environnemental) de ce nouveau semoir dans le monde rural ?

Conclusions de l'entretien

Avez-vous d'autres informations à ajouter ?

Avez-vous des questions ?

Merci pour votre collaboration !

Annexe F. Exemples de projets utilisant l'approche participative pour l'innovation et la valorisation du sorgho au Mali

Donateur	Projet	Intervenants au Mali	Sites d'intervention au Mali	Description
Fondation Bill & Melinda Gates 2009-2013	*Harnessing Opportunities for Productivity Enhancement (HOPE) of Sorghum and Millets in sub-Saharan Africa and South Asia*	ICRISAT, CIRAD, IER, IFPRI, Cornell, WFP/P4P, AGRA/PASS, OP	Koutiala, Dioila, Mandé, Kita, Tominian, Djenné, Mopti …	Expérimentation de sorgho et de mil améliorés ; Facilitation de l'adoption et de la production ; renforcement de l'accès aux marchés ; lutte contre le striga…
USAID 2007-2012	*Transfer of Sorghum and Millet Production, Processing and Marketing Technologies in Mali, INTSORMIL Program*	IER, AMEDD, CONFIGES, CRRA, DRA, IICEM, SAAG 2000, OP	Koutiala, Dioila, Beleco, Kafara, Kolokani, Kita, Katiena, Koro…	Diffusion des variétés améliorées de sorgho et de mil ; Facilitation de la commercialisation et de la transformation ; renforcement des capacités humaines et institutionnelles de la recherche et des paysans…
Fondation McKnight 2010-2014	*Assessing and Refining the Concept of Dynamic Genepool Management and Simultaneous Farmer Participatory Population Improvement in Pearl Millet & Sorghum*	ICRISAT, IER, AOPP, ULPC	Dioila, Mandé, Koutiala	Développement et l'amélioration des variétés de sorgho et de mil ; Expérimentation aux champs paysans…
FFEM 2010-2014	Sustainable management of agricultural biodiversity in Mali	CIRAD, IER, IRD, ICRISAT, AFD, AOPP	Koutiala, Tominian, Sikasso	Amélioration de la productivité et durabilité des exploitations en accord avec la sauvegarde de la diversité des espèces sorgo.
Fondation McKnight	*Sustaining Farmer-Managed Seed*	ICRISAT, IER, AOPP,	Dioila, Mandé, Koutiala	Amélioration de l'accès aux semences

2010-2014	*Initiatives for Sorghum and Pearl Millet in Mali, Niger, and Burkina Faso*	COPROSEM, ULPC		des nouvelles variétés et des connaissances liées ; Analyse du système semencier.
USAID 2006-2011	*INTSORMIL Collaborative Research Support Program*	ICRISAT, IER, Universités de Kansas, Purdue	Kolokani, Dioila, Kafara, Diangounte Camara, Diéma, Sadiola, Garasso, Koro, Douentza, Bankass, Tingoni, Baraoueli, Katiena	Facilitation de l'accès aux marchés pour le mil et sorgho ; Amélioration de la qualité alimentaire et nutritionnelle de ces céréales ; Amélioration de la stabilité et de la production ; renforcement du partenariat multi-acteurs…
BMZ 2003-2007	*Access to Seed*	ICRISAT, IER, AOPP, ULPC, ACOD, OHVN, Université Hohenheim (Allemagne)	Dioila, Mandé	Renforcement de la collaboration entre paysans et chercheurs en matière d'essai et de diffusion de variétés nouvelles.
FIDA 1999-2003	*Farmer participatory testing of technologies to increase sorghum and pearl millet production in the Sahel*	ICRISAT, IER, ONGs	Koulikoro, Ségou, Mopti	Etablissement des systèmes de production des semences ; Promotion et l'intégration des technologies ; Amélioration de l'utilisation et de la transformation du sorgho et du mil…
FFEM 2002-2007	*Biodiversity of sorghum in Burkina and Mali*	CIRAD, IER, ICRISAT, AOPP, UACT, ONGs	Koutiala, Tominian	Amélioration variétale de sorgho en mettant l'accent sur la rusticité des variétés traditionnelles et sur l'expérience des paysans, dans les zones en marge du désert.
Fondation McKnight 2006-2010	*Farmer-participatory improvement of sorghum and pearl millet genetic*	ICRISAT, IER, AOPP, ULPC, COPROSEM, ACOD,	Dioila, Mandé, Dioura, Cinzana	Développement et l'amélioration des variétés de sorgho et de mil adaptées aux sols pauvres, aux faibles

	resources for increased adaptation to diverse production environments in West Africa	OHVN, Agro Action Allemande (AAA), CIRAD		usages des engrais ; Expérimentation aux champs paysans…
Fondation McKnight 2006-2010	*Sustainable seed supply : Farmer-managed seed marketing initiatives for sorghum and pearl millet in Mali and Burkina Faso*	ICRISAT, IER, AOPP, ULPC, ACOD, OHVN, COPROSEM	Dioila, Mandé, Dioura, Cinzana	Renforcement des capacités de production et de commercialisation des semences des nouvelles variétés…
USAID 2012-2016	*Africa Research In Sustainable Intensification for the Next Generation (Africa RISING)*	ICRAF, ICRISAT, IER, IFPRI, ILRI, AVRDC, WU, AMEDD, Afrique Verte, OP, MBM	Bougouni, Yanfolila, Koutiala	Identification, développement ou adaptation de technologies ; Identification de bonnes pratiquées à diffuser ; Evaluation des impacts économique et environnemental des technologies…

Source : IER, ICRISAT, CGIAR

Annexe G. Liste des innovations technologiques de sorgho issues des programmes d'innovation variétale au Mali

	Variétés	Innovateur, Date d'obtention	Rendement potentiel (t/ha)	Zone d'adaptation, Isohyète (mm)	Quelques caractéristiques
1	JAKUMBÉ	IER (1984)	2	400–700 Sahélo-Soudanienne	Peu photosensible ; Tolérante aux charbons ; Tolérante à la moisissure des grains, à la sécheresse, à la verse ; Sensible au striga ; Rendement stable.
2	GRINKAN	IER (2002)	2,5	800-1000 Soudanienne	Non photosensible ; Tolérante aux charbons, à la moisissure des grains, à la sécheresse, à la verse ; sensible au striga ; Rendement stable.
3	TIANDOUGOU/COURA	IER (2011)	2,5	800-1000 Soudanienne	Photosensible ; Résistante aux charbons ; Tolérante à la moisissure des grains, à la verse ; Rendement stable.
4	SEGUETANA/CZ	IER (1999)	1,5-2	600-800 Soudanienne	Légèrement photosensible ; Tolérante aux insectes, aux maladies et au striga.
5	TIEBLE	ICRISAT, IER (1999)	2,5	800–1000 Soudanienne	Photosensible ; Résistante à la verse ; Tolérante à la stagnation d'eau ; Décorticage et transformation en farine difficile.
6	SOUMBA	CIRAD, ICRISAT (1999)	2,8	600-800 Soudanienne	Légèrement photosensible ; Résistante à la verse ; Tolérante aux maladies foliaires. Décorticage et transformation en farine très difficile.
7	MARAKANIO	ICRISAT, CIRAD, IER (2002)	3	700-900 Soudanienne	Photosensible ; Résistance à la verse ; Sensible à l'anthracnose foliaire et résistante aux autres maladies foliaires ; Sensible au striga. Bon fourrage. Décorticage et transformation en farine très difficile.
8	SAKOYKABA	ICRISAT, IER (2002)	2,8	800–1000 Soudanienne	Sensible à la photopériode ; Résistante à la verse ; Tolérante aux maladies foliaires. Adaptée aux sols pauvres.
9	KALABAN	IER, AOPP,	3,5	700-1000 Soudanienne	Sensible à la photopériode ; Résistante à la verse ; Tolérante aux

		ICRISAT (2004)			maladies foliaires. Bonne réponse aux engrais. Bonne qualité fourragère
10	BOBODJE	ICRISAT, IER, AOPP (2005)	2,5	700-1000 Soudanienne	Sensible à la photopériode ; Résistante à la verse, aux maladies foliaires. Adaptée aux sols pauvres.
11	KENINKENI DIEMAN	IER, CIRAD, AOPP, AMEDD, GRADECOM (2007)	2,5	700-900 Soudanienne	Photosensible ; Résistante aux charbons ; Résistante à la moisissure des grains, à la verse. Rendement stable
12	TIEMARIFING	IER (1984)	2	700–1000 Soudanienne	Photosensible ; Résistante aux charbons ; Tolérante à la moisissure des grains et à la verse. Rendement stable.
13	SOUMALEMBA	ICRISAT, CIRAD (1999)	2	900 –1200 pré-guinéenne	Très photosensible ; Résistante au striga et à la verse ; Adaptée en association avec le maïs.
14	FADDA	ICRISAT, IER (2008)	3	700-1000 Soudanienne	Légèrement photosensible ; Résistante aux charbons ; Tolérante à la moisissure des grains, à la verse ; Sensible au striga ; Rendement stable. Hybride.
15	PABLO	IER, ICRISAT (2012)	4	700-1000 Soudanienne	Photosensible ; Tolérante à la moisissure des grains ; Résistante au striga ; Bon fourrage ; Rendement stable. Hybride.
16	CAUFA	IER, ICRISAT (2012)	4	700-1000 Soudanienne	Photosensible ; Tolérante à la moisissure des grains ; Résistante au striga ; Bon fourrage ; Rendement stable. Hybride.

Liste non exhaustive.

Source : Catalogue Régional des Espèces et Variétés Végétales CEDEAO-UEMOA-CILSS (2016) et Catalogue nationale DNA (2013)