

UNIVERSITE DE LIEGE
FACULTE DE MEDECINE VETERINAIRE
DEPARTEMENT DE GESTION VETERINAIRE DES RESSOURCES ANIMALES
SERVICE D'ECONOMIE DE LA SANTE ET DES PRODUCTIONS ANIMALES



Innovation participative par filière : cas de la filière porc au Sud-Est du Bénin

Participatory innovation in a value chain: case of swine value chain in South-East Benin



Benoît GOVOEYI

**Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de
Docteur en sciences vétérinaires**

Année académique 2019-2020

**Thèse financée par l'Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur de la
Commission pour la Coopération au Développement**



Remerciements

La thèse est un projet et si le doctorant est le chef de projet, la collaboration soutenue de certaines personnes est indispensable pour l'atteinte des objectifs. Parvenu à atteindre des objectifs, il nous plaît de remercier tous ceux ayant travaillé à l'aboutissement de ce travail. Mes remerciements s'adressent à toute l'équipe d'encadrement de la Belgique, du Bénin et à toutes les parties prenantes de la filière porc dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au Bénin : les éleveurs, les charcutiers, les consommateurs, les vendeurs de porcs au marché, les vendeurs d'aliments bétails, les vendeurs de drêche de brasserie, les agents des DDAEP et des ATDA, les agences de micro-crédits, les coopératives et les associations d'acteurs. La mise en œuvre des méthodologies promues n'aurait pas été possible sans les bénéfiques échanges et discussions de votre part.

Remerciement particulier :

Au **Pr. Nicolas Antoine-Moussiaux**, mon promoteur de thèse, ces sept années passées à vos côtés depuis mon master ont été une grande école sur le plan social, du travail bien fait et de la rigueur scientifique. Grâce à votre rigueur scientifique, j'ai pu dépasser mes limites pour apprendre à vos côtés. Depuis les travaux de fin d'étude en master réalisés sous votre conduite, vous avez placé en ma personne, une confiance sans faille. Sans vous, la présente thèse n'aurait pas été possible et je garderai toujours en moi ce réflexe spontané que vous avez eu en 2014 à payer mon billet aller-retour au Bénin lorsque je devais aller au Bénin pour la collecte des données comptant pour le mémoire de la formation doctorale. Vous m'avez aussi appris qu'au-dessus de tout, la famille doit avoir une place importante.

Au **Pr. Pascal Leroy**, mon co-promoteur de thèse, si j'ai fait toutes ces rencontres de personnes ouvertes, disponibles sans conditions et accueillantes, je vous le dois. Depuis le Bénin et le Mali, je vous connaissais sans jamais savoir que j'aurai un jour la chance de travailler à vos côtés. Vos conseils scientifiques et votre sens de l'humour nous ont beaucoup édifiés et réconfortés, loin des nôtres. Je me plais souvent à dire que je connais nombre de restaurants à Liège, grâce à l'accueil de Pascal.

Au **Pr. Phillipe Lebailly**, au **Pr. Martine Laitat** et à **Mr. Berti Fabio**, membres du comité de thèse, je vous remercie énormément pour tous les sacrifices consentis à l'aboutissement de ce document. Vos orientations scientifiques, corrections et suggestions ont beaucoup amélioré la qualité dudit document.

Au membres du Jury, vous avez consacré votre temps à lire et à évaluer ce travail. Vous vous êtes déplacés pour nous permettre de le défendre en privée et publiquement. Je vous suis reconnaissant.

Au Pr. Jean-François Cabaraux, chef du département de gestion vétérinaire des ressources animales, pour la convivialité au sein du département. Par votre voie, merci à Mme. Anne et à Madame Nadine.

Au **Pr. Jean-Luc Hornick**, merci beaucoup pour votre contribution à la réalisation de ce travail.

Au **Pr. Frédéric Farnir**, merci pour vos conseils. Votre sens de l'humour nous remettait au travail.

Au **Dr. Ludovic Martinelle**, merci beaucoup d'avoir accepté nous loger sur la ferme expérimentale de la Faculté de Médecine vétérinaire.

Au **Dr. Nassim Moula**, je vous sais gré pour toute votre contribution à la réalisation de ma thèse. C'est le lieu de rappeler que si Nam m'a initié aux outils statistiques, vous m'avez aidé à les aborder avec facilité. Je vous dois mes premiers scripts d'analyses sous R.

Au **Pr. Youssao A. K. Issaka**, Coordonnateur local du projet PRD/PRoFi-Porc qui abrite notre thèse, nous vous disons du fond du cœur nos sincères remerciements. Je vous dois également tout ce travail parce que si j'ai pu rencontrer toutes ces personnes ouvertes, joviales et accueillantes à Liège, c'est parce que vous avez été ouvert à partager avec nous vos riches expériences au sein de la prestigieuse Université de Liège et plus précisément à la faculté de médecine vétérinaire de Liège. C'est une chance pour moi de rencontrer que des personnes sociales, nanties de rigueurs scientifiques et surtout ouvertes.

Au **Pr. Bara Ouologuem**, comme un père scientifique depuis mon cycle d'Ingénieur Zootechnicien au Mali, vous n'avez ménagé aucun effort à me doter d'encadrement scientifique, de vos conseils et à placer en ma personne une confiance sans faille. Soyez-en remercié.

Au **Pr. Jean-Paul Dehoux**, membre de la coordination belge du projet PRD/PRoFi-Porc qui abrite notre thèse, nous vous disons un grand merci. Vos conseils et votre sens de l'humour nous réconfortent.

Au **Pr. Mahamadou Daouda**, membre de la coordination locale du projet PRD/PRoFi-Porc qui abrite notre thèse, nos sincères remerciements pour vos conseils et pour vos encouragements.

A mes compagnons de route, d'abord aux aînés : Abdoulaye, Bakary, Issa, Seyni, Kisito et ensuite aux compagnons actuels : Younouss, Pascal, Ignace, Josiane, Francis, Victor, Duy, Madi, Romaric, Fafa, pour les moments agréables passés ensemble.

Aux aînés de l'Université d'Abomey Calavi : Philippe, Aristide, Serge, François, Camus, Chakirath, je vous remercie beaucoup pour vos conseils.

A toutes les familles Govoeyi et Alokpo du Bénin, Govoëi de la Côte d'Ivoire et Garan Kouyaté du Mali, pour l'accompagnement dans la réalisation de ce travail, particulièrement à Georges, Didier, Joël, Hervé, Angèle, Erick, Basile, Jacqueline, Maurice, Guy, Boua, Hamadou, Haman.

A Germain Alokpo, pour tout le soutien moral, financier et spirituel. Merci beaucoup, je vous sais gré.
Vous avez été au début et à la fin de cette thèse.

Aux amis de Liège, Bienvenu, Gafarou, Sanounou, Angèle et Mohamed, Martial et Nadège, Edgard,
Aldris recevez mes vifs remerciements pour les moments partagés ensemble.

A l'Abbé Franck Toffoun, à toutes et à tous ses fils spirituels pour les prières et soutiens.

Au Consul honoraire du Bénin à Liège, Monsieur Benoît Akando, merci pour les soutiens.

A mon épouse Maïmouna et à Wanignon, Jean_Adams pour tout ce temps mis,

A ma mère et à mon père.

« Une bonne vie est inspirée par l'amour et guidée par la connaissance »

Bertrand Russell

Liste des abréviations

ACP	Analyse en Composantes Principales
ACM	Analyse des Correspondances Multiples
ANAR-Porcs	Association Nationale des Revendeurs de Porcs
ANATP	Association Nationale des Traiteurs de Porcs
ANEP	Association Nationale des Eleveurs de Porcs
ANFAB	Association Nationale des Fabricants d'Aliments pour Bétails
ANOVA	Analysis of Variance
ARES	Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur
ARS	Analyse des Réseaux Sociaux
ASF	African Swine Fever
ASTRE	Animal Santé Territoires Risques Ecosystèmes
CARDER	Centre d'Action Régionale pour le Développement Rural
CBRST	Centre Béninois de Recherche Scientifique et Technique
CCD	Commission pour la Coopération au Développement
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CLCAM	Caisses Locales de Crédit Agricole Mutuel
COPEPRA	Coopérative des Eleveurs de Porcs de Races Améliorées
DCE	Discrete Choice Experiment
ECOWAS (CEDAO)	Economic Community of West African States
FARA	Forum for Agricultural Research in Africa
FARAH	Fundamental and Applied Research for Animals and Health
FAO	Food and Agriculture Organization
FESPROD	Femme Solidaire pour la Promotion et le Développement
GDF	Groupe de Discussion Focalisée
GLM	General Linear Model
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point
HCA	Hierarchical Classification Analysis
HCPC	Hierarchical Clustering on Principle Components
IAR4D	Integrated Agricultural Research For Development
IDH	Indice de Développement Humain
IIED	Institut International de l'Environnement et du Développement
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INSAE	Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
MARP	Méthode Accélérée de Recherche Participative
MAEP	Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche
MCA	Multiple Correspondence Analysis
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
PCA	Principal Component Analysis
PIB	Produit Intérieur Brut
PIMAF-Porc	Plateforme Innovation Multi Acteurs de la Filière Porc
PLA	Participatory Learning and Action
PMCA	Participatory Market Chain Approach
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PPA	Peste Porcine Africaine
PRA	Participatory Research Action
PRD	Projets de Recherche pour le Développement
PSRSA	Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole
RRA	Rapid Rural Appraisal
SI	Système d'Innovation

SNA	Social Network Analysis
UEMOA	Union Economique et Monétaire Ouest Africain
UNACREP	Union Nationale des Caisses Rurales d'Épargne et de Prêt
US	United States of America
VC	Value Chain
WHO	World Health Organization
WTA	Willingness to Accept Compensation
WTP	Willingness To Pay
XOF	Code Iso 4217 désignant le franc CFA de l'UEMOA

Composition du jury

Caroline DOUNY (Université de Liège, Belgique).....	Présidente du jury
Johann DETILLEUX (Université de Liège, Belgique).....	Membre du jury
Jean-Luc HORNICK (Université de Liège, Belgique).....	Membre du jury
Jean-François CABARAUX (Université de Liège, Belgique).....	Membre du jury
Ludovic MARTINELLE (Université de Liège, Belgique).....	Membre du jury
Erwin WAUTERS (Université de Gent, Belgique).....	Membre du jury
Guillaume Duteurtre (CIRAD, France).....	Membre du jury
Martine LAITAT (Université de Liège, Belgique).....	Membre du Comité de Thèse
Phillipe LEBAILLY (Université de Liège, Belgique).....	Membre du Comité de Thèse
Pascal LEROY (Université de Liège, Belgique).....	Co-promoteur de Thèse
Nicolas ANTOINE-MOUSSIAUX (Université de Liège, Belgique).....	Promoteur de Thèse

Table des matières

Liste des abréviations	viii
Table des matières.....	xi
Résumé.....	1
Abstract.....	5
Préambule général	8
Introduction générale	9
Contexte de la filière porc au Bénin	9
Cadre théorique et projet de recherche	10
Définition et opérationnalisation des concepts	13
Cadre conceptuel de la filière.....	13
Cadre conceptuel des innovations	15
Les innovations dans le monde agricole : limites de la vulgarisation.....	16
La logique du développeur	16
Les démarches <i>top-down</i>	17
La suprématie du savoir scientifique	17
Cadre conceptuel de la participation	18
Brève présentation du Bénin.....	21
Données physiques	21
Données sociales et économiques	23
Caractéristiques des milieux d'études.....	26

Références.....	28
Section études	37
CHAPITRE 1 : Typologies des discours des parties prenantes de la filière porc sur les innovations.....	38
Préambule.....	39
1.1. Abstract.....	39
1.2. Introduction.....	40
1.3. Methodology	41
1.3.1. Overall study strategy.....	41
1.3.2. Study area delineation	42
1.3.3. Participatory identification in focus group.....	42
1.3.4. Identification of pig VC actors for Q-sorting	43
1.3.5. Q-sorting	43
1.3.6. Statistical analysis	44
1.4. Results	45
1.4.1. Kendall's coefficient of concordance.....	45
1.4.2. Factor's characterisation.....	45
1.4.3. Consensus statements	46
1.4.4. Discourses	47
1.4.5. Discourse 1: An optimistic view on an endogenous innovation dynamic.....	48
1.4.6. Discourse 2: A pessimistic view on an exogenous innovation dynamic.....	49

1.4.7.	Discourse 3: A cautious view focusing on socio-economic impacts of innovations	49
1.5.	Discussion.....	49
1.5.1.	Methodology	49
1.5.2.	Discourses	50
1.6.	Conclusion	53
1.7.	References.....	54
	<u>CHAPITRE 2 : Analyse participative des innovations dans les filières agricoles : cas de la filière porcine dans les départements de l’Ouémé et du plateau</u>	57
	Préambule.....	58
2.1.	Abstract.....	59
2.2.	Introduction.....	60
2.3.	Material and Methods	62
2.3.1.	Study area.....	62
2.3.2.	Target groups	63
2.3.3.	Overall design of participatory process and validity principles	66
2.3.4.	Step I: The value chain links identification	67
2.3.5.	Step II: Innovations characterisation.....	67
2.3.6.	Step III: Identification of bottlenecks and opportunities	68
2.3.7.	Step IV: Agreement measurement and attitudes	69
2.3.8.	Impacts diagram	69
2.3.9.	Data analysis.....	69

2.4. Results	72
2.4.1. Step 1: Identification of links of the value chain	72
2.4.1.1. Sampled actors	72
2.4.1.2. Swine value chain mapping.....	72
2.4.1.4. Governance in the value chain.....	76
2.4.1.5. Swine marketing channel	77
2.4.2. Step II: The value chain actors' innovation characterisation	77
2.4.2.1. On-going innovations.....	77
2.4.2.2. Pig producers (n=134).....	77
2.4.2.3. Pork butchers and gargotes (n=45)	78
2.4.2.4. Input suppliers (n= 25)	78
2.4.3. Typologies of actors according to innovation	79
2.4.3.1. Pig producers.....	82
2.4.3.2. Pork butchers and gargotes	82
2.4.3.3. Input suppliers	83
2.4.4. Step III - Bottlenecks and opportunities identification	83
2.4.4.1. Step IV - Measurement of agreements about bottlenecks, opportunities and repartition of value added.....	84
2.4.4.2. Impact diagram (post-study evaluation).....	85
2.5. Discussion.....	86
2.5.1. Social characteristics of actors.....	86

2.5.2. Swine value chain mapping, marketing channels and governance	86
2.5.3. Innovations in swine value chain	87
2.5.4. Bottlenecks and opportunities.....	88
2.5.5. Advantage and limitations of the method	89
2.6. Conclusion	90
2.7. Acknowledgements	90
2.8. References.....	91
 CHAPITRE 3 : Analyse des réseaux sociaux d'adoption des innovations en réaction aux foyers de peste porcine africaine (PPA).....	96
Préambule.....	97
3.1. Abstract.....	98
3.2. Introduction.....	99
3.3. Material and method	100
3.3.1. Study location and geographical sampling	100
3.3.2. Focus group discussions: ASF challenges and reactions	100
3.3.3. Individual interviews: diffusion of practices	101
3.3.4. Analysis of interviewees characteristics	101
3.3.5. Social network analysis.....	102
3.3.6. Network modelling.....	103
3.3.7. Statistical analyses of centralities	103
3.4. Results	105

3.4.1. Stakeholders' characteristics	105
3.4.2. Stakeholders' new practices facing ASF	105
3.4.3. Network analysis within VC functions.....	106
3.4.3.1. Pig producers practices diffusion in districts	106
3.4.3.2. Other VC stakeholders networks	110
3.4.4. Flows of practices through swine VC functions (n=122)	112
3.4.5. Stakeholders' characteristics affecting degree centrality (n= 194).....	113
3.5. Discussion.....	116
3.5.1. Weakness of practice diffusion among pig producers	116
3.5.2. Weakness of the extension role of veterinary services.....	116
3.5.3. A better dynamism of VC sectors upstream and downstream	117
3.5.4. Reactivity of VC and strengthening of innovation dynamics.....	118
3.6. Conclusion	119
3.7. Acknowledgements	119
3.8. References.....	121
CHAPITRE 4 : L'influence des consommateurs de viande de porc dans la mise en œuvre des innovations au sein de la filière porc dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au Bénin	126
Préambule.....	127
4.1. Abstract.....	128
4.2. Introduction.....	129
4.3. Methodology	130

4.3.1. Study region.....	130
4.3.3. Experiment design and DCE questionnaire	131
4.3.4. Individual surveys for DCE data collection.....	132
4.3.5. Econometric model and DCE data analyses.....	132
4.3.6. Direct preference elicitation, qualitative data and typological analysis	133
4.4. Results	134
4.4.1. Attributes and attributes levels selection in FGDs.....	134
4.4.2. Utility coefficients and WTP	135
4.4.3. Typology of consumers and preference motives	136
4.5. Discussion.....	139
4.6. Conclusion	140
4.7. Acknowledgements	140
4.8. References.....	141
<u>CHAPITRE 5 : Discussion générale, Conclusions et Perspectives</u>	146
5.1. Discussion générale	147
5.1.1. La démarche adoptée : une analyse socio-économique participative ?.....	147
5.1.3. Réponses obtenues et leurs limites.....	151
5.1.4. Autres enseignements majeurs des différentes approches	154
5.1.4.1. Professionnalisation	154
5.1.4.2. Rôle ambivalent de l'associatif.....	154
5.1.4.3. Absence des consommateurs	155

5.1.5. Positionnement critique sur les approches par plateforme d'innovation	156
5.2. Conclusion générale	157
5.3. Perspectives	159
5.4. Références.....	161
Annexes	164

Résumé - Abstract

Résumé

Dans les pays en développement, les secteurs agricoles emploient une majorité d'actifs et les productions animales sont non seulement une source importante de protéines mais aussi une stratégie de capitalisation, de gestion des risques dans l'économie des ménages et de diversification des moyens de subsistance. Dans le sud du Bénin, la filière porc bénéficie d'un environnement social, économique et culturel favorable. Le secteur bénéficie d'une demande croissante de viande de porc, il est considéré comme une source d'emploi et d'amélioration des revenus des populations rurales et urbaines. Pour de nombreuses catégories socioprofessionnelles, l'élevage porcin est une activité secondaire, une source de revenus complémentaires. La multiplication des charcuteries (gargote ou lieux de vente de viande préparée ou fraîches de porcs) et des points de consommation sur les principales artères des grandes villes du sud du Bénin montre un secteur prometteur qui contribue à réduire la pauvreté des acteurs directs du secteur. Le porc est également très apprécié dans les cérémonies de célébration religieuse, comme les baptêmes ou les premières communions. Cependant, les produits d'origine animale en général et la viande de porc en particulier restent des aliments inaccessibles pour les groupes sociaux défavorisés. Dans les pays en développement, les carences protéo-caloriques, liées au manque de produits d'origine animale dans l'alimentation, sont à l'origine de 10% des décès des populations vulnérables (femmes enceintes, nourrissons et jeunes enfants) chaque année. Au-delà du risque dévastateur des épidémies de peste porcine africaine (PPA), le manque de contrôle des paramètres techniques de l'élevage, y compris les mesures d'alimentation, de reproduction et de biosécurité, le faible intérêt politique pour le secteur et la position inégale des parties prenantes dans les négociations sont d'autres défis pour les éleveurs. Malgré le grand potentiel qu'offre la filière, le secteur se caractérise par une importante morosité économique et un abandon progressif des activités, ceci dus aux problèmes ci-dessus mentionnés.

Afin de comprendre et relever les multiples défis auxquels fait face la filière porc et pour permettre aux différents intervenants de continuer à bénéficier de leurs activités, plusieurs études ont été réalisées. La plupart de ces études ont adopté l'approche traditionnelle de la recherche et se sont souvent concentrées sur un ou plusieurs maillons de la filière. D'autre part, peu de ces études ont intégré une approche de recherche participative pour identifier des solutions novatrices. Pour analyser la mise en œuvre d'innovations (les bonnes pratiques ou encore autres manières de bien faire les choses pour améliorer les revenus et pour gagner du temps) visant à soutenir le développement durable de la filière porc au Bénin, notre méthodologie est basée sur des approches participatives. L'étude a commencé par une analyse des discours des parties prenantes sur les innovations en général, visant à saisir leur positionnement global par rapport aux réalités recouvertes par ce terme promu par les projets de développement. Ensuite, ce travail développe une méthodologie caractérisant les sources et les modes

d'innovation dans le secteur. Cette caractérisation aborde la question sous trois angles. Un premier angle est celui de l'innovation endogène, axé sur la description de la dynamique d'innovation en cours dans le secteur. Un deuxième angle est celui de l'innovation réactive, analysant la réaction du secteur à un événement extérieur majeur, l'apparition de l'épizootie de PPA durant le temps de ce travail de thèse. Un troisième angle est celui de l'innovation tirée par les consommateurs, en analysant le rôle potentiel de la consommation dans l'innovation au sein du secteur.

Pour contextualiser le débat sur les innovations dans la filière, la première étude s'est concentrée sur la perception qu'ont les parties prenantes du concept d'innovation, considérant que la prise en compte de la logique des personnes impliquées est essentielle à la recherche de solutions pour le développement durable. Dans cette perspective, la méthode Q a été choisie, consistant en une méthode statistique mobilisée dans un but de compréhension qualitative. Basée sur un exercice de notation d'énoncés standards, la méthode conduit à une typologie des discours des acteurs. Après avoir identifié les déclarations pertinentes dans les groupes de discussion focalisée (GDF), l'outil a été appliqué à un échantillon comprenant différents acteurs de la filière. Trois discours ont été identifiés à travers les différents types d'acteurs impliqués : 1) un discours optimiste qui considère les innovations comme des solutions endogènes pour répondre aux multiples défis qui causent encore l'insécurité alimentaire en Afrique ; 2) un discours pessimiste qui souligne la nature exogène des innovations et leur caractère déstabilisant et risqué ; 3) un discours de synthèse des deux premiers, qui montre les avantages des innovations mais souligne leurs effets distributifs. Par conséquent, une plateforme d'innovation s'appuierait sur et renforcerait la congruence de l'optimisme sur l'innovation et sa pensée en tant que processus endogène, plaçant les acteurs du secteur au cœur de l'action.

Afin de caractériser les innovations mises en œuvre dans la filière porc et en vue de son application à d'autres secteurs agricoles, une première partie de la deuxième étude a développé une méthodologie participative en quatre phases interdépendantes. La première phase a consisté à identifier les maillons de la chaîne de valeur en utilisant l'échantillonnage en boule de neige. Une fois les maillons identifiés, une deuxième phase a caractérisé les innovations endogènes (innovations locales, nouvellement introduites dans les habitudes des parties prenantes) mises en œuvre. Les observations des activités des acteurs ont été utiles à ce stade. La troisième phase en GDF a utilisé le cadre du système d'innovation (SI) pour identifier les contraintes et les opportunités liées aux activités. Sur ces contraintes et opportunités, les accords des parties prenantes ont été mesurés individuellement dans le GDF au cours de la quatrième phase. L'analyse des correspondances multiples (ACM) et la classification ascendante hiérarchique (CAH) ont permis d'identifier trois grands types d'acteurs selon leur comportement innovant ou plus conservateur. L'adhésion à des associations serait un facteur favorisant la mise en œuvre d'innovations au sein des groupes innovants. Une deuxième enquête utilisant le diagramme

d'impact a complété l'étude participative. Elle a été menée auprès des membres de la plateforme d'innovation mise en place dans le cadre du projet abritant cette recherche. Ce cadre a servi au renforcement des capacités, aux réunions et aux échanges entre les parties prenantes avec un groupe WhatsApp, nommé PIMAF-Porc, pour « plateforme d'innovation multi-acteurs de la filière porc ». L'analyse de ce diagramme d'impact a montré les impacts de l'approche. En effet, il y a eu une restructuration des organisations et des coopératives. Les visites d'échanges entre les parties prenantes se sont multipliées et la plateforme d'innovation a enregistré de nouvelles adhésions.

La troisième étude a analysé la réponse de la chaîne de valeur au défi majeur que représente la PPA pour les revenus des parties prenantes. L'analyse des réseaux sociaux (ARS) a été appliquée pour structurer les échanges de nouvelles pratiques en réaction à l'épizootie. L'ARS est une méthode de modélisation mathématique d'éléments en interaction. Dérivée de la théorie des graphes, l'ARS caractérise l'importance relative des éléments d'un réseau en son sein. Les nouvelles pratiques pertinentes ont été identifiées lors de GDF. La structuration des réseaux a mis en évidence le manque de liens et la faible centralité des éleveurs et des services vétérinaires. Des facteurs tels que le renforcement des capacités, les visites d'échanges entre acteurs, le statut professionnel de l'acteur et la nature commerciale de certaines parties prenantes seraient favorables à de tels échanges, donnant aux acteurs concernés un rôle plus important dans la diffusion des innovations.

La quatrième étude portait sur le rôle potentiel de la demande dans l'innovation au sein de la filière. Pour cette étude, une analyse des préférences déclarées a été choisie pour étudier les critères de choix auxquels les consommateurs attribuent une valeur dans leur choix de consommation de la viande. La préférence déclarée est un modèle économétrique fondé sur l'analyse de choix des consommateurs pour comprendre l'importance relative des critères de ce choix et leur consentement à payer un prix ou à recevoir une compensation, respectivement pour bénéficier de caractéristiques souhaitées du produit ou accepter la présence de caractéristiques qui ne leur plaisent pas. Dans les trois zones d'études, les critères d'hygiène des charcuteries, l'inspection sanitaire de la viande et les critères organoleptiques ont incité les consommateurs à payer un prix plus élevé pour la viande de porc. Ces critères montrent l'importance accordée à la qualité et à la sécurité de la viande de porc, ainsi que la possible prise en compte de ces améliorations dans le prix du produit. La demande au Bénin pour la viande de porc apparaît donc comme potentiellement stimulatrice d'innovations, pourvu que celle-ci puisse s'exprimer au sein de la filière grâce à une meilleure structuration des consommateurs en associations.

La méthode scientifique utilisée pour notre recherche est axée sur l'analyse socio-économique en tant que discipline d'analyse décisionnelle. Cette méthode met l'accent sur la participation pour comprendre

les paramètres qui influencent la mise en œuvre des innovations en réponse aux défis du secteur. Un ensemble d'approches distinctes a été utilisées de façon complémentaire pour atteindre nos objectifs.

Toutes les études, menées de manière complémentaire, ont montré l'importance de la participation des parties prenantes à la recherche de solutions durables aux défis auxquels le secteur est confronté. Le dynamisme des innovations endogènes peut donc être mieux soutenu au sein des différents segments par la plateforme d'innovation en tant qu'outil participatif. Toujours dans le but de mieux soutenir l'amélioration des revenus des parties prenantes, cette approche pourrait être utilisée pour réfléchir avec les parties prenantes sur les orientations possibles à donner aux innovations, qu'elles soient endogènes ou exogènes, afin de mieux satisfaire les demandes des consommateurs.

Abstract

In developing countries, agricultural sectors employ a majority of assets and livestock productions are not only an important source of protein but also a strategy for capitalization, risk management in households economy and diversification of livelihoods. In southern Benin, the pork sector benefits from a favourable social, economic and cultural environment. The sector benefits from an increasing demand for pork meat, it is seen as a source of employment and an improvement in people's incomes in both rural and urban areas. For many socio-professional categories, pig farming is a secondary activity, source of additional income. The multiplication of pork-butcheries (gargotes or sales outlets for prepared or fresh pork) on the main roads of the major cities of southern Benin shows a promising sector that contributes to reducing poverty of direct stakeholders in the sector. Pork is also appreciated in religious celebration ceremonies, such as baptisms or first communions. However, animal products in general and pork meat in particular remain inaccessible food for disadvantaged social groups. In developing countries, proteo-caloric deficiencies, linked to the lack of animal products in food, are cause of 10% of deaths in vulnerable populations (pregnant women, infants and young children) each year. Beyond the devastating risk of African Swine Fever (ASF) epidemics, the lack of control of technical parameters of animal husbandry, including feeding, reproduction and biosecurity measures, a low level of political interest in the sector, and the unequal bargaining position between stakeholders are other challenges that are very often mentioned. In short, the sector is characterised by economic gloom and a gradual abandonment of activities due to issues mentioned.

To understand and meet the multiple challenges facing pork sector and to enable various stakeholders to continue to benefit from their activities, several studies have been conducted. Most of these studies adopted the traditional research approach and often focused on one or few links in the chain. On the other hand, few of these studies integrated participatory research approaches to identify innovative solutions. To analyse the implementation of innovations (good practices or other ways of doing things in order to improve income or save time) to support the sustainable development of the pork sector in Benin, our methodology is based on participatory approaches. The study began with an analysis of stakeholders' discourses on innovations in general, aimed at capturing their overall positioning with regard to the various realities covered by this term as promoted in development projects. Then, this work develops a methodology characterizing the sources and modes of innovation within the sector. This characterization approaches the issue from three angles. A first angle is the endogenous (local innovations, newly introduced in stakeholders' habits) innovation, focusing on the description of the innovation dynamics underway within the sector. A second angle is that of reactive innovation, analysing the sector's reaction to a major external event, the occurrence of ASF epizootic during this

thesis work. A third angle is that of consumer-led innovation, analysing the potential role of consumption in innovation within the sector.

To contextualize the debate on innovations in pork sector, the first study focused on stakeholders' perception of the concept of innovation, considering that taking into account the logic of the people involved is essential in the search for solutions for sustainable development. In this perspective, the Q method was chosen, consisting of a statistical method mobilized with an aim of qualitative understanding. Based on a scoring exercise of standard statements, the method leads to a typology of the actors' speeches. After identifying relevant statements in focus group discussions (FGD), the tool was applied to a sample including different actors in the supply chain. Three discourses were identified, all of which were found through the different types of actors involved: 1) an optimistic discourse that sees innovations as endogenous solutions to address the multiple challenges that still cause food insecurity in Africa; 2) a pessimistic discourse that highlights the exogenous nature of innovations and its disruptive and risky nature; 3) a synthesis speech of the first two, which shows advantage of innovations but highlights its distributive effects. Therefore, an innovation platform would build on and reinforce the congruence of optimism about innovation and its thinking as an endogenous process, placing actors of the sector at the heart of actions.

In order to characterize the innovations implemented within the swine value chain and apply it later to other agricultural sectors, a first survey of the second study developed a participatory methodology in four interdependent phases. The first phase consisted in identifying links of the value chain by using snowball sampling. Once the links had been identified, a second phase characterized endogenous innovations implemented. Observations of actors' activities were useful at this stage. The third phase in FGD used innovation system (IS) framework to identify constraints and opportunities related to activities. On these constraints and opportunities, stakeholder agreements were measured individually in the FGD during the fourth phase. Multiple correspondence analysis (MCA) and ascending hierarchical classification (AHC) have identified three main types of actors according to their innovative or more conservative behaviour. Membership of associations would be factor that favours implementation of innovations within innovative group. A second survey using the impact diagram completed the participatory study. It was conducted among members of the innovation platform implemented as part of the project harbouring this research. This framework had served to capacity reinforcement, meetings, and exchanges between stakeholders with a WhatsApp group, called PIMAF-Porc, standing for “multi-actor innovation platform for the swine value chain” in French (plateforme d'innovation multi-acteurs de la filière porc). The analysis of this impact diagram showed the impacts of the approach. Indeed, there has been restructuration in organizations and cooperatives. Exchange visits between stakeholders increased and the innovation platform registered new memberships.

The third study analysed the value chain's response to the major threat that ASF poses to incomes of stakeholders. Social network analysis (SNA) was applied to structuring the exchange of new practices in response to ASF. SNA is a method of mathematical modelling of interacting elements. Derived from the graph theory, the SNA characterizes the relative importance of the elements of a network within it. The relevant new practices have been identified in FGD. The structuring of networks has highlighted the lesser connection and centrality of livestock farmers and veterinary services. Factors such as capacity reinforcement, exchange visits between actors, the professional status of the actor and the commercial nature of some stakeholders would be favourable to such exchanges, giving the actors concerned a more important role in the dissemination of innovations.

The fourth study looked at the potential role of demand in innovation in the pork sector. For this study, an analysis of stated preferences was chosen to study the choice criteria to which consumers assign a value in their choice of pork consumption. Stated preference is an econometric model based analysing consumer choices to understand the relative importance of choice criteria and their willingness to pay a price or to receive compensation, respectively to benefit from a desired feature of the product or accept the presence of disliked features. In the three study areas, criteria on hygiene of pork-butcheries and gargotes, sanitary inspection of meat and organoleptic criteria motivated consumers' willingness to pay a higher price for pork meat. These criteria show the importance granted to quality and safety of pork meat, as well as the possibility for taking these improvements into account in the product's price. The demand for pork meat in Benin thus presents a potential to stimulate innovation, provided that it may be expressed within the value chain thanks to a better structuration of consumers in associations.

The scientific method used for our research focuses on socio-economic analysis as a discipline of decision analysis. This method emphasizes participation to understand parameters that influence implementation of innovations in response to challenges of the sector. A set of distinct approaches were used in complementary ways to achieve our objectives.

All studies, conducted in a complementary manner, have shown the importance of the participation of stakeholders in the search for sustainable solutions to the challenges facing the sector. The dynamism of endogenous innovations can therefore be better supported within the different segments by the innovation platform as a participatory tool. Also with the aim of better supporting the improvement of stakeholders' incomes, this approach could be used to reflect with stakeholders about possible orientations to give to innovations, whether endogenous or exogenous, in order to better satisfy consumer demands.

Préambule général

Préambule général

Les travaux présentés dans ce manuscrit de thèse s'intègrent dans le projet de recherche « **Professionnalisation et renforcement de la compétitivité de la filière porc par la recherche-action en partenariat dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au Sud-Est du Bénin** » financé par l'ARES-CCD (2015-2020). L'objectif du projet était d'améliorer les capacités techniques des acteurs de la filière porc à travers la recherche et la structuration de cette filière. L'une des attentes du projet était de stimuler une dynamique d'innovation dans la filière à travers une plateforme d'échange joignant les différents acteurs pertinents.

L'objectif du doctorat vis-à-vis du projet était de partir de l'analyse participative pour comprendre les ressorts d'une telle dynamique d'innovation et sa potentielle contribution au développement durable de la filière porc au Sud-Est Bénin. Les outils participatifs ont été mobilisés dans cette recherche afin d'associer les parties prenantes à cette recherche. Dans la phase finale du projet, chacune des analyses produites sera mobilisée avec les parties prenantes pour envisager les actions qu'elles pourront leur inspirer en collaboration avec les chercheurs. Les travaux ont été réalisés à la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège sous la conduite du comité de thèse et les enquêtes de terrains ont été réalisées au Bénin.

Le présent manuscrit est ainsi une compilation des articles scientifiques publiés, acceptés pour publication ou en cours de soumission dans des revues scientifiques à comité de lecture. Dans un premier temps, le document aborde l'analyse des perceptions de l'innovation par les parties prenantes en utilisant la méthode Q, qui est une méthode d'analyse typologique des discours. Dans un deuxième temps, le travail propose une méthodologie d'analyse participative de l'innovation au sein de la filière. Ensuite, une analyse des réseaux sociaux est mobilisée pour modéliser les échanges de pratiques nouvelles au sein de la filière en réaction à la peste porcine africaine (PPA). Enfin, une enquête de préférences déclarées est utilisée pour analyser les critères de choix mobilisés par le consommateur de viande de porc pour saisir leur rôle potentiel dans la stimulation des innovations au sein de la filière.

Introduction générale

Introduction générale

Contexte de la filière porc au Bénin

Au Bénin, comme dans nombre de pays en développement, les filières agricoles occupent une majorité des actifs et les productions animales constituent non seulement une source importante de protéines mais constituent également une stratégie de capitalisation, de gestion du risque dans l'économie des ménages et de diversification des moyens d'existence (Delgado, 2003 ; McDermott *et al.*, 2010 ; Pocard Chapuis *et al.*, 2011). Au sud du Bénin, la filière porc jouit d'un cadre social, économique et culturel favorable. La filière bénéficie ainsi d'une demande en hausse de viande de porc, elle y est vue comme une source d'emplois et d'amélioration des revenus des populations aussi bien en zones rurales qu'urbaines. Pour de nombreuses catégories socio-professionnelles, l'élevage porcin constitue une activité secondaire, une source de revenus complémentaires (Djimenou *et al.*, 2017 ; Youssao *et al.*, 2008). La multiplication des points de vente et de consommation de la viande de porc sur les grandes artères des grandes villes du sud du Bénin montre une filière porteuse qui contribue à la réduction de la pauvreté et à la sécurité alimentaire des intervenants directs de la filière (vendeurs d'aliments pour porc, éleveurs, charcutiers, revendeurs d'animaux et des intermédiaires) (Atodjinou et Dotcho, 2006 ; Logténé *et al.*, 2009). La viande de porc intervient dans les rites funéraires de la majorité des groupes sociaux au sud du Bénin. La viande de porc est également privilégiée dans des cérémonies de réjouissances à caractère religieux, comme des baptêmes ou des premières communions (Agbokounou, 2017 ; Djimenou *et al.*, 2018).

Cependant, les produits d'origine animale de manière générale et particulièrement la viande de porc restent des aliments peu accessibles pour les couches sociales défavorisées et la contribution de la production locale à la consommation nationale de viande de porc est insuffisante (Kiki *et al.*, 2018). Elle a ainsi baissé de 80 % depuis 1997 du fait de l'épidémie de Peste Porcine Africaine (Chenais *et al.*, 2017 ; Codjia et Assogbadjo, 2004). Pour Berger et collaborateurs. (2013), dans les pays en développement, les carences protéo-caloriques dues au manque de produits d'origines animales dans l'alimentation sont à l'origine chaque année de 10 % des cas de décès des populations défavorisées (les femmes enceintes, les nourrissons et les jeunes enfants).

Au-delà du risque d'épidémie de PPA, la non-maîtrise de certains paramètres techniques d'élevage dont l'alimentation, la reproduction et les mesures de biosécurité, le faible intérêt qu'accordent les politiques à la filière, la position de négociation inégale entre les parties prenantes sont d'autres défis très souvent évoqués (Ossebi *et al.*, 2019). Pour comprendre le fondement de ces différents défis auxquels sont exposées les parties prenantes de la filière porc en Afrique Sub-Saharienne et particulièrement au Bénin, la littérature s'accorde sur le manque d'organisation des parties prenantes de la filière (Herrero *et al.*,

2014 ; Nonfon, 2005 ; Ossebi *et al.*, 2019). Ces réalités ont pour conséquence l'abandon progressif des éleveurs qui n'y voient plus un avenir. Leurs faibles moyens sont alors investis dans d'autres secteurs d'activités, dans un contexte où les productions animales doivent être accrues pour faire face aux besoins croissants des populations.

Cadre théorique et projet de recherche

Plusieurs travaux scientifiques se sont penchés sur l'implémentation des innovations en Afrique depuis la période des indépendances. Le domaine de l'agriculture a particulièrement bénéficié d'un grand nombre de projets (Eicher et Baker, 1984 ; Nin *et al.*, 2007) d'innovations techniques, organisationnelles et institutionnelles (Magrin, 2010 ; Penot, 2009 ; Wampfler, 1998). Les filières animales et particulièrement la filière porc en Afrique Sub-Saharienne ont également bénéficié des programmes de recherche pour la mise en œuvre d'innovations. Depuis la formation des cadres, l'introduction de nouveaux systèmes d'élevages, en passant par l'élevage de nouvelles races et croisements (Camara *et al.*, 2018 ; Logténé *et al.*, 2006 ; Nin *et al.*, 2007), les programmes ont abouti à la mise en place de laboratoires vétérinaires pour la production de vaccins et à la mise en place des banques génétiques pour la conservation de races locales (Gaillard et Waast, 1988 ; Lebbie et Ramsay, 1999). Ces travaux, basés pour la plupart sur l'adoption d'innovations techniques, organisationnelles et institutionnelles exogènes, ont permis de comprendre que la participation des bénéficiaires dans les projets de recherche est un paramètre à prendre en compte pour leur succès.

Au Bénin, de nombreuses études ont été conduites afin de surmonter les multiples défis qui exposent la filière porc et pour permettre aux différentes parties prenantes de continuer à vivre de leurs activités. La plupart de ces travaux de recherches ont adopté la démarche traditionnelle de la recherche, c'est-à-dire exogène par rapport au milieu de production, (Chambers, 1992 ; Cornwall et Jewkes, 1995) et se sont souvent focalisés sur un ou certains maillons de la filière (Ayssiwede, 2004 ; Djimenou *et al.*, 2018 ; Youssao *et al.*, 2008). Un nombre insuffisant de ces travaux ont à l'inverse intégré une approche de recherche participative pour l'identification et la mise en place de solutions innovantes. Aussi, les travaux ayant intégré la participation des acteurs se sont souvent limités à l'utilisation d'entretiens semi-directifs ou à l'utilisation de groupes de discussion focalisée (GDF). Ces GDF sont réalisés séparément dans les maillons de la filière sans véritablement chercher à introduire les parties prenantes des différents maillons au sein d'un même creuset d'échanges (Ayssiwede, 2004). L'analyse des différentes études réalisées et des défis auxquels est soumise la filière porc au Bénin nous pousse à proposer quatre constats.

En premier lieu, ces études ont toujours identifié et promu des innovations comme étant des solutions a priori durables pour améliorer les revenus des populations, mais sans pour autant jamais appréhender

ce que les parties prenantes pensent de ces innovations de manière générale ou des innovations promues en particulier. Cette perception des innovations, de leurs origines, les risques, leurs avantages, leurs effets sociaux, leurs dynamiques courantes, interviennent comme des facteurs potentiels qui encouragent ou qui limitent les innovations.

En deuxième lieu, ces études ont visé à susciter l'application des innovations sans stimuler de dynamiques participatives plus générales, sans impliquer les parties prenantes dans l'identification des solutions à promouvoir ou dans l'identification des moyens de leur promotion.

En troisième lieu, la PPA est un des défis majeurs qui limite les productions porcines et affectent gravement l'économie des parties prenantes de la filière porc en Afrique et particulièrement au Bénin. Les travaux réalisés se sont focalisés sur la maladie sans aborder son effet sur la filière ou la manière dont la filière peut y réagir.

En quatrième lieu, le consommateur de viande de porc au sud Bénin a un rôle important à jouer dans la stimulation des innovations au sein des différents maillons de la filière porc. Or, ce rôle du consommateur au Bénin reste peu ou pas documenté.

Répondant à ces quatre constats, cette recherche doctorale tentera d'aborder l'innovation dans la filière porc à travers quatre études. Notre recherche démarre ainsi d'une analyse des discours des parties prenantes sur les innovations, visant à saisir leur positionnement général vis-à-vis de l'objet promu, pour ensuite développer une méthodologie caractérisant les sources et modes d'innovations au sein de la filière. Cette caractérisation aborde la question sous trois angles de recherche. Un premier angle est l'angle de l'innovation endogène, se focalisant sur la description des dynamiques d'innovation en cours au sein de la filière. Un deuxième angle est celui de l'innovation réactive, analysant la réaction de la filière à un événement externe majeur, la survenue d'une épizootie de PPA. Un troisième angle est celui de l'innovation tirée par le consommateur, analysant le rôle potentiel de la consommation dans l'innovation au sein de la filière.

Objectifs et hypothèse de recherche

L'objectif principal de cette étude est de partir de l'analyse participative pour comprendre les ressorts de l'innovation au sein de la filière porc au Sud-Est Bénin et sa potentielle contribution au développement durable de cette filière.

De manière spécifique, il s'agit de :

- ◆ Connaître avec la participation des parties prenantes de la filière porc, les discours en cours sur les innovations ;
- ◆ Développer avec les parties prenantes de la filière porc des départements de l'Ouémé et du Plateau une méthodologie d'analyse participative pour à la fois analyser l'état de l'innovation au sein de la filière, ses déterminants et stimuler les échanges la favorisant ;
- ◆ Analyser la performance de la filière comme système d'innovation, en analysant sa réaction d'innovation (adoption et diffusion de nouvelles pratiques) face à un choc majeur limité dans le temps, représenté dans ce cas par un épisode de PPA ;
- ◆ Etudier la disposition à payer du consommateur pour la viande de porc, analysant la demande pour certains critères de qualité qui pourraient appeler à des innovations rentables au sein de la filière.

Ces objectifs reposent sur des hypothèses selon leur lien à la stimulation de l'innovation sur le terrain, comme explicitées ci-dessous :

- ◆ Les acteurs de la filière ont des opinions divergentes sur les innovations et ces opinions interfèrent avec le succès des projets d'innovation. Une démarche participative permettrait une meilleure compréhension de ces opinions pour orienter les démarches de stimulation de l'innovation ;
- ◆ Une méthodologie d'analyse de l'innovation dans la filière qui impliquerait les acteurs permettrait, conjointement à la compréhension des processus en cours, d'agir sur la filière à travers la prise de conscience sur le sujet, les échanges avec l'équipe de recherche et entre acteurs de la filière, ainsi que le partage des analyses et de leurs perspectives ;
- ◆ La connaissance plus précise des réseaux d'échange de pratiques entre les parties prenantes et de la place de chacun au sein de ce réseau permettrait d'identifier les manques structurels de ce réseau et d'identifier les voies de son amélioration selon les catégories d'acteurs ;
- ◆ Les consommateurs de viande de porc peuvent influencer la mise en œuvre des innovations s'ils présentent une disposition à payer qui rende ces innovations potentiellement rentables.

Définition et opérationnalisation des concepts

Les cadres conceptuels ayant permis de conduire nos recherches prennent en compte le cadre conceptuel de la filière, celui des innovations et celui de la participation.

Cadre conceptuel de la filière

Le concept de filière connaît un grand succès depuis le début des années 1960 et les définitions sont fonction de l'utilisation faite par les auteurs. Pour montrer les interactions entre les activités d'une filière, Shaffer (1973) propose le terme de filière comme représentant une division raisonnée et opérationnelle de l'économie dans un domaine d'investigation. La filière représente donc un ensemble d'activités économiques homogènes dans un système horizontal et vertical qui favorise les échanges commerciaux. L'analyse de cette filière vise alors à observer la diversité des systèmes de production, des technologies employées et des relations que ces activités établissent entre elles. Dans ce même ordre d'idée, Lebailly (1990) présente également la filière comme un système d'activités intégrant la production, la transformation et la distribution d'un produit ou groupe de produits finaux dont l'objectif est la satisfaction du consommateur final. Pour mettre en valeur les liens qui doivent exister entre les parties prenantes d'une filière, Sekkat (1987), définissant la filière comme une succession d'activités orientées vers la demande d'une ressource ou d'un produit pour la satisfaction du consommateur, insiste sur les liens entre les parties prenantes, régis par des dispositions d'ordre technique, de marché et surtout d'ordre social.

Au fil des apports de différents auteurs, l'approche filière a été développée comme un outil d'analyse mettant en évidence l'existence de circuits de production et distribution pour les biens agricoles. Elle a été développée principalement par des institutions de recherche françaises, comme l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) et le CIRAD (Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement), en s'appuyant sur les cultures de rente (café, cacao, coton, arachide...) dans les pays en développement afin d'intégrer les problèmes liés au développement de ces productions (Lebailly, 1990 ; Raikes *et al.*, 2000). Cette approche a permis de montrer la manière dont les politiques publiques, les investissements et les institutions influent sur les systèmes locaux de production. Elle analyse aussi bien qualitativement que quantitativement les flux des marchandises, les prix et la valeur ajoutée, tout au long de la filière, en utilisant les comptes de chaque agent. L'étude d'une filière ne s'oriente pas forcément vers une dimension économique, au sens strict du terme. Elle peut intégrer des dimensions géographiques, politiques, institutionnelles et surtout des dimensions d'ordre sociologique puisque plusieurs paramètres entrent en jeu au cours de la vie d'un produit, depuis sa phase de conception jusqu'à sa phase finale de consommation (Terpend, 1997). Kaplinsky et Morris (2001), économistes français, ont construit leur modèle sur la base du processus de création de la valeur

ajoutée, décrit par la recherche agricole américaine, et adapté à l'intégration verticale de l'agriculture française. Ce cadre d'analyse selon Lebailly (1990) s'adapte bien aux réalités agricoles dans les pays en développement « *car il permet la prise en compte intégrée des effets de mesures qui, édictées de manière disparate, peuvent amener la disparition de systèmes de production adaptés à l'exploitation de ressources rares temporaires* ». Dans ces pays, deux grands types de filières sont mis en exergue. Le premier type, le plus intégré verticalement, est représenté par les cultures de rentes comme le coton, le cacao, le café, le riz ou l'arachide. Le deuxième type regroupe les autres productions agricoles de consommations locales et présente un niveau d'organisation souvent moins important.

Sur base du concept de chaîne de valeur ou *value chain* en anglais, introduit par Porter (1985) et reprenant la définition de la filière, le cadre de l'analyse de la chaîne de valeur mondiale (*global value chain*) introduit une analyse du commerce international et l'intégration des chaînes de valeur dans ce commerce international. Cette notion est développée par Gereffi (1996) dans un cadre conceptuel de l'analyse des politiques économiques de développement. Initialement, cette terminologie était utilisée pour connaître l'impact de la mondialisation sur le secteur industriel. Cette approche met en évidence le poids des relations hiérarchiques dans l'analyse des chaînes de valeur. Dans la plupart des cas, un segment dominant pilote le reste des segments d'une chaîne. Ce segment stratégique correspond au maillon dirigeant qui définit et impose plus ou moins aux autres parties prenantes de la chaîne les conditions de production et de mise à niveau en termes de quantité, de qualité et surtout en termes de prix. La localisation de ce maillon stratégique de la chaîne met en évidence la gouvernance globale dans la chaîne.

Le concept de « filière », traduit par « *value chain* » en anglais, est parfois re-traduit en français sous le terme de « chaîne de valeur ». La coexistence des deux termes suscite parfois des ambiguïtés. Suivant les définitions de Porter (1986), Womack et Jones (1997), une analyse de chaîne de valeur ne diffère pas fondamentalement d'une analyse de filière en ce qui concerne l'analyse quantitative des relations techniques entre les acteurs animant la chaîne de valeur. Néanmoins, selon ces auteurs, une analyse de filière orienterait du point de vue opérationnel vers une notion d'ensemble et vers des analyses systémiques, alors que la chaîne de valeur renverrait plutôt à des analyses séquentielles, éclatées des maillons qui composent la chaîne de production. Malgré ces propositions de nuances entre les deux approches, probablement liées à des dimensions culturelles des pays des chercheurs impliqués ou liées à leur objet et contextes d'analyse, il n'est pas évident de faire une distinction entre les deux concepts que nous considérerons ici comme strictement équivalents.

Cadre conceptuel des innovations

Selon l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques), dans le manuel d'Oslo (OECD/Eurostat, 2018), l'innovation est la mise en œuvre par une unité d'un produit ou d'un procédé nouveau ou modifié, ou une combinaison des deux. Elle diffère alors sensiblement des produits ou procédés précédents l'unité et est mise à la disposition des bénéficiaires potentiels (pour le produit) ou mise en service par l'unité (pour le procédé). Van den Ban, Stuart et Han (2005) présentent quant à eux une innovation comme une idée, une méthode ou un objet jugé nouveau. Dans ce même sens, pour Clavel (2011), l'innovation est la mise en œuvre d'une nouvelle idée ou technologie ou encore d'un nouveau processus afin de produire des bénéfices sociaux et économiques pour les parties prenantes engagées et plus largement pour la population. Tout en restant toujours dans ce cadre général de « nouveauté », dans le domaine agricole, Chantran (1972) cité par Adams (1982) suggère que l'innovation est considérée comme une pratique agricole nouvelle, parfois résultant de la modification d'une pratique traditionnelle et permettant d'accroître de manière durable la productivité et les revenus des parties prenantes. Pour Rogers (2010), les défis et les difficultés auxquels sont confrontés les populations sont les motivations principales et les origines des innovations. Dans cet ordre d'idée, nous proposons donc de retenir qu'en milieu rural, l'innovation est une nouvelle pratique, une nouvelle idée ou méthode mise en œuvre par une société rurale. Elle s'ajoute ou s'oppose donc aux savoirs et pratiques transmis de manière héréditaire, ou les modifie, pour répondre aux nouveaux défis et difficultés rencontrés par la société rurale qui l'adopte.

La diffusion des innovations est le processus par lequel une innovation est adoptée. Ces innovations sont communiquées entre les membres d'un système social et/ou poussées par des acteurs initialement extérieurs à ce système, à travers la recherche-développement (Rogers, 2010). Van Mele, Ahmad et Magor (2005) considèrent une innovation comme toute modification dans la façon de faire, suivie du processus d'adoption de cette modification, consistant en une nouvelle connaissance technique, méthodologique ou organisationnelle. Hall et ses collaborateurs (2001) le conçoivent comme un processus d'accès et d'utilisation de nouvelles connaissances et informations pour créer de nouveaux produits, procédés et services qui répondent aux besoins de la population. L'analyse des innovations agricoles dans les domaines technologique, institutionnel et organisationnel est un outil pour explorer les capacités réelles d'innovation des réseaux agricoles (Clark, 2002 ; Hall *et al.*, 2001 ; Banque Mondiale, 2006). De nombreuses études sur les capacités innovantes en Europe (Loorbach et Rotmans, 2010), en Amérique Latine (Rist *et al.*, 2007), en Afrique (Asres *et al.*, 2012 ; Davis *et al.*, 2008 ; Rist *et al.*, 2007 ; Spielman *et al.*, 2008) et en Asie (Fieldsend, 2016) présentent le cadre d'analyse des systèmes d'innovations comme impératif pour l'orientation des stratégies de développement.

Les innovations dans le monde agricole : limites de la vulgarisation

Dans les pays en développement, malgré les politiques de refondation des systèmes agricoles menées dans un objectif de sécurité alimentaire des populations croissantes et malgré les discours pro-pauvres, les résultats des innovations agricoles mises en œuvre sont peu visibles (Anderson, 1992 ; Spielman *et al.*, 2008 ; Sumberg, 2005). Face à ce constat, Collier et Dercon (2014) posent la question des raisons du peu d'impact des innovations en milieux agricoles, tant sur les rendements agricoles que sur le plan socio-économique. En réponse à cette question, nous détaillons ici trois éléments majeurs, entretenant d'étroites relations entre eux: la logique du développeur, les démarches *top-down*, et la suprématie du savoir scientifique.

La logique du développeur

Les politiques de développement conduites dans la logique du « développeur » (agences de développement nationales et internationales, organisation non-gouvernementales, équipes scientifiques de recherche-action) poussent les gouvernements à négliger une réelle consultation des populations (Assogba, 1993 ; Giovalucchi et Olivier de Sardan, 2009). Ces programmes de développement sont ainsi élaborés par du personnel administratif et politique appuyés par des experts techniques souvent étrangers dans une logique que nous pourrions présenter comme relevant d'un pouvoir technocratique. Dans un tel régime, seuls les agents techniques partagent des normes, les connaissances et les réglementations communes sur lesquelles ils alignent leurs activités (Olivier de Sardan, 1990). Ce cadre partagé considère l'agriculture de subsistance largement pratiquée par les populations comme étant dépassée : la logique d'une agriculture de subsistance doit laisser place à une logique d'agriculture d'entrepreneurs capable de produire en quantité et en qualité pour subvenir aux besoins d'une démographie (Giller *et al.*, 2011). Cette nécessité de dépassement voire de remplacement a alors tendance à s'appliquer non seulement à la logique de production qui prévaut mais aussi à ses pratiques, ses savoirs, voire à ses acteurs.

Pourtant, dans les faits, l'évolution du secteur rural se fera avec et pour ses acteurs actuels. Or, si les développeurs ont leurs logiques et leurs savoirs porteurs d'amélioration, les populations locales ont également leurs logiques et savoirs utiles. Ceux-ci doivent être mis au premier plan afin d'identifier avec les acteurs concernés les innovations pour un développement durable. Le postulat est donc posé ici que, pour qu'une innovation soit durable, elle doit faire la démonstration de la poursuite d'un bien commun durable et être mise en œuvre dans des dispositifs collectifs tenant compte des logiques locales, sans tomber dans les « populismes de développement » (Olivier de Sardan, 1990) ou dans une vision idéalisée des savoirs locaux.

Les démarches *top-down*

La recherche pour le développement joue souvent un rôle de vulgarisation des innovations et des technologies. Dans de tels projets, les acteurs du monde rural apparaissent souvent comme des acteurs passifs, simples récepteurs de l'innovation ou utilisateurs potentiels (Chambers, 2014). Les démarches de recherche d'innovations « descendantes » ou *top-down* sont donc privilégiées, à la place des démarches « ascendantes » ou *bottom-up*, et l'innovation prend alors la forme d'un transfert de connaissances et de technologies des scientifiques vers le monde rural, logique qui peut compromettre le succès desdites innovations (Hocdé *et al.*, 2008).

Dès lors, plusieurs travaux ont dénoncé le caractère descendant et trop formel qu'utilisait la recherche-développement, soutenue par les « *développeurs* », dans la mise en œuvre d'innovations et de nouvelles technologies, surtout dans les pays en développement (Lavigne Delville, 1991 ; Olivier de Sardan, 1991). Pour ces acteurs, la recherche-développement a échoué dans le transfert des innovations et de technologies, les populations rurales y ayant une trop faible participation (T'Kint *et al.*, 2013). En opposition avec ces logiques, une série de concepts, de théories et de travaux méthodologiques sur les approches participatives ont fait leur apparition depuis les années 1960 et 1980.

Pour plusieurs auteurs, dont Chambers (2013) et Rogers (2010), un processus d'innovation correctement ancré dans le tissu rural local doit démarrer par l'identification d'innovations endogènes, partant de l'analyse par les acteurs concernés des contraintes et problèmes qu'ils rencontrent. Un tel processus considère les acteurs concernés comme mieux outillés pour piloter le développement des solutions compte tenu de leur maîtrise des réalités sociales, économiques et environnementales. Naturellement, le fait que les problèmes se posent marque le plus souvent un manque de ces acteurs en ressources et/ou en connaissances et capacités, qu'un acteur externe soucieux de développement doit alors apporter. Selon cette logique, la recherche-développement intervient en tant que facilitateur du processus d'innovation, mettant à disposition les moyens manquants. La démarche ayant un ancrage très localisé, des réajustements pourront donc être apportés sur base des retours d'expérience pour la large diffusion de ces innovations.

La suprématie du savoir scientifique

Les attentes et les savoirs des populations rurales sont souvent considérés comme ne cadrant pas avec des réalités d'une efficience agricole. Celles-ci sont ainsi considérées comme dépassées, au profit de réflexions expertes, issues de recherches scientifiques (Olivier de Sardan, 1991). Pour atteindre rapidement les objectifs d'intensification afin de répondre aux besoins grandissants des populations, des innovations (des variétés hâtives, des espèces à cycles courts ou encore des variétés annuelles) peuvent être choisies et introduites tout en mettant de côté les savoirs endogènes ainsi que les réalités sociales et

économiques des populations. Un exemple est celui de l'élevage en Afrique où des initiatives d'amélioration génétique animale, échouant à tenir compte des préférences de race des éleveurs, ont largement échoué à produire des effets significatifs en matière d'amélioration des revenus ou de croissance de la production locale (Bala *et al.*, 2006). Or, grâce à leurs observations et à leur fine connaissance du terrain, les populations rurales savent critiquer les innovations proposées par les institutions pour y apporter leur contribution. Leurs points de vue contradictoires permettent de mieux comprendre l'adéquation ou l'inadéquation des innovations mises en œuvre. En outre, les populations locales innover et développent leurs propres innovations compte tenu de leurs besoins, de leurs contraintes, de leurs opportunités et de leurs capacités.

Cadre conceptuel de la participation

La participation est un terme polysémique dont les définitions varient selon les promoteurs d'approches participatives et selon les domaines d'utilisation : éducation, médecine, économie, histoire, communication et pour notre cas, agronomie. Lewin (1951) en est un pionnier d'après sa célèbre phrase : « *Si vous voulez savoir comment sont les choses, essayez de les changer* ». Pour Lewin, la recherche participative « *est une démarche fondamentale dans les sciences de l'homme, qui naît de la rencontre entre une volonté de changement et une intention de recherche. Elle poursuit un objectif dual qui consiste à réussir un projet de changement délibéré et ce faisant, faire avancer les connaissances fondamentales dans les sciences de l'homme. Elle s'appuie sur un travail conjoint entre toutes les personnes concernées. Elle se développe au sein d'un cadre éthique négocié et accepté par tous* » (Gonzalez-Laporte, 2014 ; Lewin, 1951).

Pour d'Aquino (2007), la participation est un processus pouvant aider les parties prenantes à influencer les prises de décisions qui les touchent directement et qui joue un rôle dans les décisions d'élaboration de politiques publiques pour les choix de technologies. Allant dans le même sens que les deux premiers auteurs, Cornwall et Jewkes (1995) défendent la recherche participative contre les travers des pratiques conventionnelles de la recherche. Dans le secteur de l'agriculture, Van de Fliert et Braun (2002) considèrent qu'une recherche participative vise à une bonne gestion des ressources naturelles afin d'améliorer la durabilité de l'agriculture, en favorisant l'adéquation avec les conditions locales. La recherche participative promeut ainsi la pertinence et l'utilité d'impliquer toutes les parties prenantes dans le processus de production de connaissances scientifiques (Bergold et Thomas, 2012). Même dans une optique de transfert de connaissances et de pratiques, les outils de la recherche participative apparaissent comme des outils pertinents dans l'adoption des innovations, délivrant de meilleurs impacts que les techniques usuelles de vulgarisation (Banque Mondiale, 1996).

De ces définitions, nous pouvons retenir que la recherche participative est un modèle qui fournit un cadre systémique dans lequel les parties prenantes à la base, les chercheurs, les agents du développement rural et les politiques interagissent pour la mise en place de solutions durables. Une large gamme de méthodes de recherche participative sont utilisées compte tenu des objectifs et du domaine des investigations. Dans le milieu rural, les méthodes de recherche participative les plus connues sont la Méthode Accélérée de Recherche Participative (MARP) développée vers 1970 par l'Institut International de l'Environnement et du Développement (IIED). Elle a évolué ensuite dans la littérature anglophone sous les appellations de *Rapid Rural Appraisal* (RRA) ou *Participatory Research Action* (PRA) et *Participatory Learning and Action* (PLA) (Chambers, 2014 ; Leroy, 2006). Ces outils de recherches participatives sont issus des travaux d'anthropologues de terrain entre les années 1930 et 1950. Elles sont surtout développées comme des méthodes de diagnostics dites « rapides », en comparaison de suivis et essais agronomiques couvrant une ou plusieurs campagnes agricoles. Elle se basent alors sur des techniques d'enquêtes valorisant les connaissances locales et les dires d'acteurs. Ces outils intègrent l'identification des problèmes, des contraintes, l'analyse des données et une formulation des objectifs. Elles utilisent des outils visuels de classification, dont des matrices, des outils de planification et du suivi évaluation. Néanmoins, elles se cantonnent souvent à des usages d'extraction d'information et de collecte d'opinions, comme outil de diagnostic et de formulation en phase préparatoire de projets qui pourront garder une approche intrinsèquement *top-down* (d'Aquino et Seck, 2001).

En 2004, en réaction à ces dérives, le Forum Africain de Recherche Agricole (FARA) a proposé le cadre de recherche participative : Recherche Agricole Intégrée pour le Développement (IAR4D), (Ayanwale *et al.*, 2013 ; Maru *et al.*, 2018). Pour les promoteurs de cette méthode participative de recherche, l'IAR4D sort du cadre traditionnel de la recherche agricole pour le développement en s'engageant davantage aux côtés des parties prenantes d'une chaîne de valeur afin de rendre possible les innovations par les parties prenantes. L'IAR4D se base essentiellement sur les connaissances des acteurs. Ce cadre crée un réseau qui considère les connaissances techniques, sociales et institutionnelles dans un environnement qui facilite l'apprentissage du groupe dont le but final est de générer les innovations (Hawkins *et al.*, 2009 ; Jarial *et al.*, 2015 ; Pamuk et Van Rijn, 2019). L'IAR4D s'identifie suivant quatre principes :

- Intégrer les perspectives, les connaissances et actions de différents acteurs de la chaîne de valeur. Il est nécessaire que les parties prenantes s'engagent ensemble afin de comprendre les problèmes sociaux, d'organisation, de gestion, de commerce, de politique liés à leur intérêt commun. Il ne s'agit donc pas de se mettre ensemble pour s'informer ou pour acquérir des

technologies apportées par la recherche, comme cela se pratiquerait dans une technique participative de vulgarisation ;

- Intégrer l'apprentissage par les acteurs travaillant ensemble. L'IAR4D privilégie l'apprentissage entre les parties prenantes. Ces apprentissages prennent place dans les expériences et les interactions entre parties prenantes. Les niveaux individuel, organisationnel et institutionnel sont privilégiés par ces apprentissages ;
- Intégrer l'analyse, l'action et le changement dans les différentes dimensions environnementales, sociales et économiques du développement. Cette approche se comprend comme cherchant à s'intégrer dans une agriculture durable et multifonctionnelle ;
- Intégrer l'analyse, l'action et le changement à différents niveaux d'organisation spatiale, économique et sociale. L'innovation agricole n'est en outre qu'une partie d'un système d'innovations en cours à ces différents niveaux.

Dans notre étude, le concept de participation fait notamment référence à une volonté de susciter la coopération des différentes parties prenantes afin d'accroître l'efficacité, la productivité et la qualité des résultats de notre recherche pour un développement durable de la filière. Pour surpasser les problèmes de communication et de manque de confiance entre parties prenantes d'une filière (petits producteurs, agents de marché et les services d'appuis) et faciliter les mécanismes de coordination entre eux, Bernet et ses collaborateurs (2011) suggèrent qu'il importe d'incorporer ceux-ci dans un creuset d'interactions et d'innovations. L'innovation que véhicule l'utilisation de telles approches consiste en la construction et le partage de connaissances entre les acteurs présents. Devaux et ses collaborateurs (2009) dans « *collective action for market innovation in Andes* » présentent également ce type d'approche, exposant l'exemple d'une plateforme multi-acteur promue par IAR4D, comme une approche nouvelle devant être au service de la recherche et aussi comme un outil d'analyse d'une filière. Notons, dans cette logique, qu'en matière de santé animale, Mariner et ses collaborateurs en 2012 ont montré comment l'application de techniques participatives a permis une meilleure coordination entre services vétérinaires et éleveurs pour l'éradication de la peste bovine.

L'analyse participative d'une filière est non seulement révélatrice des maux l'affectant mais permet également de lever les incompréhensions et insuffisances au niveau des différents acteurs de la filière. Les acteurs présents identifient leurs opportunités, comprennent les contraintes qui entravent l'amélioration de leurs revenus. L'analyse d'une filière par des outils participatifs permet de tisser une confiance entre les parties prenantes et de les amener à des échanges constructifs, aboutissant à une représentation partagée et des solutions appropriées et acceptées par tous les acteurs de la filière (Bernet *et al.*, 2011 ; Thiele *et al.*, 2011). L'utilisation d'approches participatives apparaît comme pertinente dans la recherche des solutions innovantes et durables. Ces approches, par leur souplesse et la pleine

implication des parties prenantes qu'elles suscitent permettent une étude plus exhaustive, ainsi qu'une démarche allant vers la facilitation des innovations endogènes (Devaux *et al.*, 2011). Au Pérou, cette approche participative par filière a été utilisée sous le vocable du *Participatory Market Chain Approach* (PMCA) dans une vision partagée des défis et des innovations (Bernet *et al.*, 2011 ; Devaux *et al.*, 2011).

Brève présentation du Bénin

Données physiques

Le Bénin est situé dans la zone intertropicale entre la latitude nord 6°30' et les méridiens 1° et la longitude Est 30°4'. Pays de l'Afrique de l'Ouest, le Bénin couvre une superficie de 114.763 km² avec un relief peu accidenté. Sur 120 km au Nord-Est, le fleuve Niger sépare le Bénin du Niger et au Nord-Ouest sur 270 km se trouvent les délimitations avec le Burkina-Faso. Le sud du Bénin est bordé par l'océan Atlantique avec 125 km de côtes, marquées par une érosion rapide et un recul graduel de l'habitat. La frontière Est du Bénin s'établit sur 752 km avec le Nigéria et celle de l'Ouest sur 620 km avec le Togo. Le Bénin s'étend du sud au nord sur 700 km et sa largeur varie de 125 km (le long de la côte) à 325 km (à la latitude de Tanguiéta – Sègbana, dans le Nord Bénin). Sur le plan administratif, le Bénin compte 12 départements subdivisés en 77 communes dont les 3 communes incluant les villes les plus importantes du pays (Porto-Novo, Cotonou et Parakou) ont un statut particulier (Figure 1).

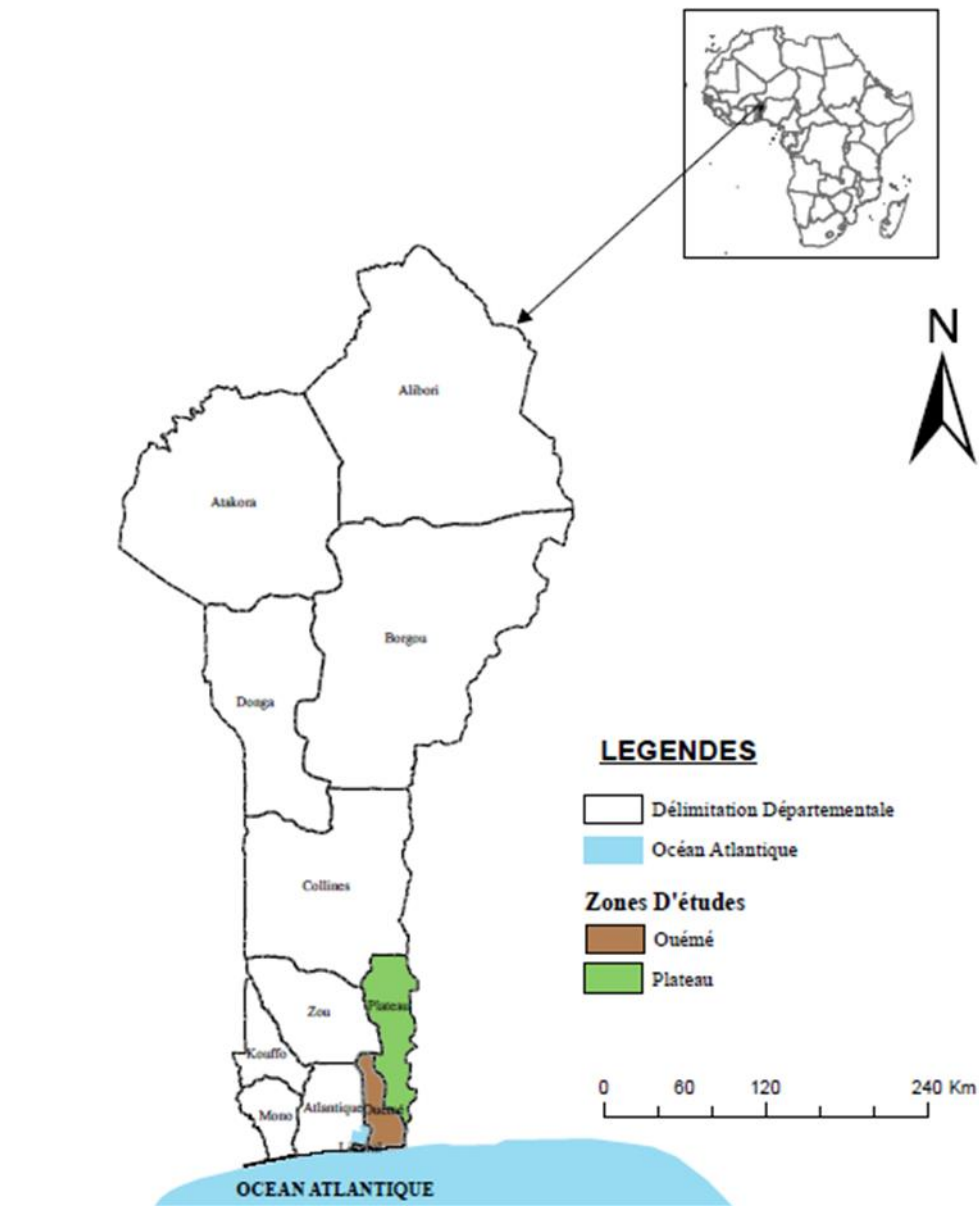


Figure 1 : Carte du Bénin avec ses limites et indiquant les départements d'études.

Trois principales zones climatiques caractérisent le Bénin. Au sud, on rencontre la zone subéquatoriale caractérisée par deux saisons de pluies en alternance avec deux saisons sèches permettant ainsi deux mises en culture par an. Au nord, se trouve la zone soudanienne semi-aride caractérisée par une pluviométrie inférieure à celle du sud du pays. Le régime pluviométrique y est unimodal, c'est-à-dire qu'elle présente une saison de pluie suivie d'une seule saison sèche. Le climat ne permet qu'une seule mise en culture par an. Entre ces deux zones climatiques, on retrouve au centre du pays un climat de

transition, caractérisé par un climat de type tropical semi-humide, variant entre un régime pluviométrique unimodal et bimodal et accompagné de fluctuations de températures très marquées.

Au Bénin, un réseau hydrographique constitué de 3.048 km de cours d'eau et 333 km de plans d'eau (lacs et lagunes) draine le sud du pays. Trois principaux bassins alimentent le réseau hydrographique : le bassin du fleuve Niger, le bassin de la rivière Pendjari et le bassin côtier.

Le Bénin dispose d'une grande variabilité de sols, tant au niveau de leur nature que de leur fertilité, pour une surface cultivable représentant environ 62,5 % de la surface totale du pays. On rencontre ainsi cinq types de sols. Les sols ferrugineux tropicaux couvrent la grande partie du territoire béninois (80 % de la surface du pays). Ces sols ont besoin d'une restitution organique afin de conserver leur fertilité. Des aménagements appropriés afin de réduire le déficit prolongé en eau capillaire sont également nécessaires pour améliorer la solubilisation du phosphore assimilable. En raison de l'absence de ces mesures, plus de 80 % de ces sols sont exposés à l'érosion. Les sols faiblement ferralitiques, dits « terre de barre », présentent une bonne qualité agronomique mais représentent des zones d'habitat dense et en extension. Ils sont ainsi menacés par l'urbanisation (Assogba, 2014). Concernant les sols hydromorphes de type alluviaux et les sols vertisols, leur structure épaisse rend leur mise en valeur très difficile. Leur composition en argile, humus, et éléments minéraux les rend néanmoins très fertiles. Enfin les sols minéraux bruts, peu évolués et de fertilité moyenne sont sensibles au lessivage.

Données sociales et économiques

La population du Bénin est estimée à 11.485.050 habitants (Banque Mondiale, 2019a). L'Indice de Développement Humain (IDH), élaboré et suivi par le PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement), permet d'évaluer le bien-être global des populations en termes d'éducation, de santé et du niveau de revenu. Cet indice classe le Bénin à la 163^{ème} position des nations en 2018. De 1980 à 2017, l'IDH du Bénin est passé de 0,252 à 0,520. Cette amélioration traduit notamment l'amélioration de l'accès à l'éducation. Le taux net de la scolarisation des enfants au cours primaire est de 97,03 % avec un ratio filles/garçons scolarisés de 1,007 en 2017. Sur le plan sanitaire, les données montrent sur la période 2016-2018 une amélioration de la qualité de soins avec les nouvelles réformes du secteur. Néanmoins, le taux de mortalité infantile de 93 pour mille établi pour l'année 2018 montre que des défis majeurs restent à relever afin de protéger la vie des nouveau-nés. Malgré ces progrès, l'IDH du Bénin pour l'année 2017 est resté en dessous de la moyenne (0,537) pour les pays de l'Afrique au sud du Sahara. Ainsi, le Bénin reste un pays à faible revenu avec un PIB/habitant de 901,9 dollars US (Banque Mondiale, 2019b) en 2018 et la part de personnes disposant de moins de 1,90 dollars US par jour était de 40,5 % en 2015.

L'économie du Bénin est fondée sur le libéralisme économique. Elle est dominée par les secteurs primaires et tertiaires dont la contribution dans la valeur ajoutée totale (Produit Intérieur Brut) sur la période 1990 à 2018 est respectivement de 35 % et 32 % (Banque Mondiale, 2019c). La croissance de l'économie béninoise reste principalement liée à l'agriculture qui dispose de potentiels atouts. Les terres arables et pâturables sont estimées à 4,8 millions d'hectares dont 1 million seulement sont mis en culture chaque année et les ressources animales et halieutiques restent sous-exploitées (Assogba, 2014). Le secteur agricole représente 75 % des recettes d'exportations, 15 % des recettes de l'Etat et emploie plus de 70 % de la population active. Les productions végétales et animales sont réalisées dans des exploitations de type familial. Les productions végétales sont essentiellement basées sur des cultures vivrières (dont le maïs, niébé, mil, sorgho, riz, manioc, igname) et des cultures de rente (coton, ananas, anacarde et palmier à huile). Le coton constitue la principale culture de rente et le Bénin est compté parmi les plus grands producteurs de coton en Afrique (Assogba, 2014).

L'élevage, la pêche (continentale et maritime) et l'aquaculture constituent les principales composantes des productions animales. L'élevage contribue à 15,55 % du PIB (Produit Intérieur Brut) agricole, 5,9 % du PIB national et occupe 60 % de la population. Avec une contribution dans l'économie du ménage de 30 à 55 %, l'élevage représente le deuxième champ d'activité du secteur agricole du pays (Akplogan, 2013 ; SOS-FAIM, 2015). Les espèces exploitées sont principalement les bovins, caprins, porcins et les volailles (poules, canards, pintades, oies). Ces espèces sont constituées de races locales, de races introduites récemment et de celles constamment importées. Les effectifs de ces espèces se présentaient en 2015 comme suit: plus de deux millions de bovins, moins de deux millions de caprins, moins d'un million d'ovins, moins d'un million de porcins et moins de dix-neuf millions de volailles. A côté de cet élevage d'espèces dites « conventionnelles », s'élèvent des espèces dites « non-conventionnelles », comme le lapin, les aulacodes et les escargots.

Malgré cette diversité d'espèces animales, le Bénin reste fortement tributaire des importations afin de satisfaire les besoins des populations en produits d'origine animale (lait et produits laitiers, viandes et abats, poisson et fruits de mer) (FAO, 2011). Bien que l'agriculture contribue à la réduction de la pauvreté des ménages et constitue la grande part de leur revenus (85 %), elle n'assure pas une pleine sécurité alimentaire, surtout concernant des produits d'origine animale. Entre 2016 et 2018, plus de 1,1 millions de personnes étaient sous alimentées et, en 2013, 11 % des ménages faisaient face à une insécurité alimentaire, sévère ou modérée. La consommation des produits d'origines animales reste encore à la portée des personnes ayant un pouvoir d'achat moyen. Selon les normes de la FAO (2007) citée par MAEP (2011), les besoins en viandes sont estimés à 21 kg/habitant/an et les besoins en œufs à 1kg/habitant/an. Les productions de 2011 au Bénin permettaient d'assurer en moyenne que 8,4 kg de

viande/habitant/ et 0,6 kg d'oeufs/habitant/an et la planification en viande prévoit 143.000 tonnes, soit 10,57 kg de viande/habitant/an pour 2020 avec une population de 13.516.139 habitants.

La peste porcine africaine (PPA)

Encore appelée maladie de Montgomery, la PPA est une maladie infectieuse, hautement contagieuse qui affecte les suidés. La PPA présente chez les animaux atteints, un tableau clinique hémorragique, semblable à celui de la Peste porcine classique. Découverte pour la première fois au Kenya par Montgomery en 1921, elle est largement répandue en Afrique Sub-Saharienne et au Madagascar (Le Glaunec, 2006 ; Sorin, 2002). La Côte d'Ivoire, le Ghana et la Zambie semblent avoir contrôlé la maladie. Elle persiste en Europe dans l'île de la Sardaigne et a frappé la péninsule ibérique dont elle est à présent éradiquée (Arsevska et al., 2014 ; Sorin, 2002). La Belgique a connu une première épisode de la maladie en 1985 par la Flandre occidentale et une très récente épisode a été notifiée sur des sangliers dans la province du Luxembourg (Saegerman, 2018). Récemment, la maladie a également fait incursion dans l'Est de l'Europe, où elle sévit encore et d'où elle s'est étendue vers l'Asie, provoquant de véritables ravages économiques en Chine et en Asie du Sud-est.

Dans les pays touchés et particulièrement au Bénin, la voie de transmission la plus connue est la piqûre des tiques du genre *Ornithodoros* infectées. La contamination se fait aussi par contacts directs d'un animal malade à un animal sain. Les vecteurs mécaniques (vêtements, matériel, bottes/soulier, véhicule), l'ingestion d'eaux grasses, ou de produits alimentaires d'origine porcine contaminés et des aérosols portés par le vent peuvent être également à l'origine de la transmission de la PPA (Saegerman, 2018, Sorin 2002).

En Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale, les récentes vagues ayant frappé plusieurs pays ont tué une large part du cheptel porcin. Au Bénin, les foyers de 2018 ont tué plus de 50.000 porcs et le premier foyer de 1997 avait tué plus de 450.000 porcs sur 600.000 porcs, causant ainsi un dommage de plus de 4,5 milliards de francs CFA au pays (Sorin, 2002). Au Cameroun, les foyers de 1982 ont tué plus de 1 million de porcs sur un cheptel de 2 millions de porcs. Vu l'importance relative du rôle que joue le porc dans l'économie des ménages africains, cette maladie constitue un véritable fléau, mais des mesures de lutte ont été mises en œuvre depuis son apparition au Bénin (Penrith et al., 2013).

Mesures de lutte devant l'épizootie de la PPA au Bénin

La PPA a été déclarée à Cotonou, capitale économique du Bénin, pour la première fois en août 1997. Rapidement, elle a gagné les autres départements du Sud du pays (Ouémé, Mono, Atlantique et Zou) qui abritent plus de 90% du cheptel porcin national. La densité humaine de ces départements, le

mouvement des animaux, la plupart du temps élevés en divagation, la présence du marché international « Dantokpa », fréquentés par les populations des pays voisins, où la présence de la maladie était déjà indiquée, les plans d’eaux (Fleuve Ouémé, Lac Nokoué) traversant ces différents départements, le Nigéria et le Togo, ont été des conditions favorables à la progression rapide de la maladie au Bénin.

Suite à la confirmation de la maladie par les experts de la FAO en 1998, des mesures de police sanitaire pour circonscrire la maladie aux départements affectés ont été prises. Celles-ci préconisaient l’abattage systématique de tous les animaux infectés et contaminés dans ces départements. Ces luttes se sont toutefois heurtées à des difficultés dans l’indemnisation des éleveurs touchés. Ces derniers jugeaient très insuffisants les dédommagements et ainsi les animaux étaient cachés. Le manque d’organisation des parties prenantes de la filière était également reconnu comme une des causes de l’échec des programmes de lutte (Sorin, 2002).

Pour éviter de suspendre les activités de la filière en attendant l’éradication de la maladie, un plan de relance de l’élevage porcin est lancé et se décline en trois objectifs :

- Renforcer les systèmes de surveillance épidémiologique ;
- Organiser les acteurs de la filière pour aider à une plus large sensibilisation sur les risques liés à la maladie et surtout dans la détection rapide des foyers ;
- Reconstituer le cheptel porcin.

En dépit de ces différents programmes mis en œuvre, la PPA reste une maladie enzootique au Bénin et aucun vaccin n’est encore identifié pour son contrôle.

Caractéristiques des milieux d’études

La présente étude a été réalisée dans les départements de l’Ouémé et du Plateau. Les deux départements, avant les récentes répartitions administratives de 2016, représentaient le département de l’Ouémé dans lequel étaient identifiées les communes de la Basse Vallée (Dangbo, Adjohoun, Aguégoués et Bonou), les communes du Plateau (Sakété, Adja-Wèrè, Ifangni, Pobè, Kétou) et les communes attachées à la ville de Porto-Novo (Porto-Novo, Sèmè-Podji, Adjara, Avrankou et Misséréti).

Dans les nouvelles répartitions administratives, le département de l’Ouémé comprend neuf communes (Porto-Novo, Sèmè-Podji, Adjara, Avrankou, Misséréti, Dangbo, Adjohoun, Aguégoués et Bonou) et est limité au sud par le département du Littoral et l’Océan Atlantique, au nord par le département du Plateau, à l’ouest par le département de l’Atlantique et à l’est par la République Fédérale du Nigeria. Sa superficie s’étend sur 1281km². Le département du Plateau comprend cinq communes (Sakété, Adja-Wèrè, Ifangni, Pobè, Kétou) qui couvrent une superficie de 3.264 km². Au nord, il est limité par le

département des Collines et la République Fédérale du Nigeria, à l'ouest par le département du Zou et au sud par le département de l'Ouémé (INSAE, 2014).

Le relief du département de l'Ouémé est caractérisé par des plaines inondables et des marécages. Les sols de plusieurs types sont rencontrés dans le département du Plateau : ferrugineux tropicaux, les terres de barre sur le continental terminal profond et les sols très argileux profonds et humifères. Le climat subéquatorial caractérisé par deux saisons pluvieuses (une grande saison et une petite saison) caractérise les deux départements. Une pluviométrie annuelle est estimée entre 700 à 800 mm pour la grande saison et entre 400 et 500 mm pour la petite dans le département de l'Ouémé. Les pluviométries varient entre 800 mm et 1.200 mm dans la partie ouest du Plateau et entre 1.000 mm et 1.400 mm dans sa partie est. La température mensuelle oscille entre 27 et 31 °C en moyenne avec un écart thermique ne dépassant pas 3,2 °C entre les mois le plus chaud et le mois les plus froid.

Dans le département de l'Ouémé, le nombre d'habitants est de 1.100.404 soit 859 habitants/km². Les activités économiques sont orientées vers le commerce, la restauration et l'hébergement touristique. Le petit élevage occupe 85 à 95 % des ménages avec une forte concentration de l'élevage porcin dans ses départements (Nonfon, 2005). Certaines communes du département de l'Ouémé sont reconnues pour leur restauration spécialisée en viande de porc. C'est le cas de la commune d'Adjarra. La consommation de la viande de porc dans ces départements rentre largement dans les habitudes alimentaires (Agbokounou, 2017). L'ensemble de ces considérations justifient notre étude sur la filière porc dans le département de l'Ouémé et du Plateau.

Références

Adams, M.E., 1982. *Agricultural Extension in Developing Countries*. Intermediate Tropical Agricultural Series. Burnt Mill (Essex): Longman Group Ltd. 108pp.

Agbokounou, A.M., 2017. Utilisation du colostrum bovin comme alternative d'amélioration des performances de croissance et de survie du porcelet indigène en pré-sevrage au Bénin. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade docteur En Sciences de la vie et de la terre. Spécialité Zootechnie. Université. d'Abomey Calavi. 178pp.

Akplogan, H., 2013. L'état des ressources génétiques animales au Bénin. Direction de l'élevage, 44pp.

Anderson, J.R., 1992. Difficulties in African agricultural systems enhancement? Ten hypotheses. *Agricultural Systems*, 38(4), 387-409pp.

Arsevska, E., Calavas, D., Dominguez, M., Hendriks, P., Lancelot, R., Lefrançois, T., Le Potier, M.-F., Peiffer, B., Perrin, J.-B., 2014. Peste porcine africaine en Sardaigne en 2014, de l'enzootie à l'épizootie? *Bulletin Epidémiologique*, (61), 11-12pp.

Asres, A., Sölkner, J., Puskur, R., Wurzinger, M., 2012. Livestock innovation systems and networks: Findings from smallholder dairy farmers in Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 24(9), 1-21.pp.

Assogba, S.C.-G., 2014. Représentations de l'environnement et adoption des pratiques durables de production par les cotonculteurs du Bénin. Gembloux Agro-Bio Tech Université de Liège, Gembloux, Belgique, 221pp.

Assogba, Y., 1993. Entre la rationalité des intervenants et la rationalité des populations bénéficiaires: l'échec des projets en Afrique noire. *Cahier de Géographie du Québec*, 37(100), 49-66pp.

Atodjinou, F.T.R., Dotcho, C.D.G., 2006. Caractéristiques de l'élevage des porcs locaux dans les élevages périurbains de Cotonou et d'Abomey-Calavi. Mém. Diplôme d'études Agric. Trop. Lycée Meidji Sékou, Bénin, 80pp.

Ayanwale, A.B., Adekunle, A.A., Akinola, A.A., Adeyemo, V.A., 2013. Economic impacts of integrated agricultural research for development (IAR4D) in the Sudan Savanna of Nigeria. *African Development Review*, 25(1), 30-41pp.

Ayssiwede, S.B., 2004. La filière porcine au Benin. Université Cheikh Anta Diop De Dakar, 161pp.

- Bala, B., Sharma, S.D., Sharma, R.K., 2006. Knowledge and adoption level of improved technology among rural women owing to extension programmes. *Agricultural Economics Research Review*, 19(347-2016-16779), 301-310pp.
- Banque Mondiale, 1996. The World Bank Participation Sourcebook, <http://www.worldbank.org/htmi/edi/sourcebook/sbhome.htm>, 280pp.
- Banque Mondiale, 2006. Enhancing control of Highly Pathogenic Avian Influenza in Developing Countries through compensation: Issues and good practice, 102pp
- Banque Mondiale, 2019a. Population totale du Bénin. Pays et économie sélectionnée. Tous les pays et leurs économies. <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SP.POP.TOTL> (Octobre 2019).
- Banque Mondiale, 2019b. Produit Intérieur Brute par habitant. Tous les pays et leurs économies. <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.PCAP.CD?view=chart> (Octobre 2019).
- Banque Mondiale, 2019c. La banque Mondiale au Bénin. Présentation du Bénin. Situation économique. <https://www.banquemondiale.org/fr/country/benin/overview> (Octobre 2019).
- Berger, J., Greffeuille, V., Dijkhuizen, M., Wieringa, F., 2013. Aliments d'origine animale et nutrition des populations vulnérables des pays du Sud in Bulletin. Académique Vétérinaire de France — 2013 - Tome 166 - N°4 318-326pp.
- Bergold, J., Thomas, S., 2012. Participatory research methods: A methodological approach in motion. *Historical Social Research/Historische Sozialforschung*, 191-222pp.
- Bernet, T., Devaux, A., Thiele, G., López, G., Velasco, C., Manrique, K., Ordinola, M., 2011. The participatory market chain approach: stimulating pro-poor market-chain innovation, in: Devaux, A., Ordinola, M., Horton, D. (Eds.), *Innovation for Development*. 142pp.
- Camara, Y., Moula, N., Sow, F., Sissokho, M.M., Antoine-Moussiaux, N., 2019. Analysing innovations among cattle smallholders to evaluate the adequacy of breeding programs, *animals* 13, 417–426pp.
- Chambers, R., 2014. Rural development: Putting the last first. Longman, United State, 248pp.
- Chambers, R., 2013. Ideas for development. Routledge. 1st Edition, Routledge, London, 320pp.
- Chambers, R., 1992. Rural appraisal: rapid, relaxed and participatory. Institute of Development Studies (UK), 68pp

- Chantran P. 1972. La Vulgarisation Agricole en Afrique et à Madagascar. Maisonneuve, Paris. 277pp.
- Chenais, E., Boqvist, S., Emanuelson, U., von Brömssen, C., Ouma, E., Aliro, T., Masembe, C., Ståhl, K., Sternberg-Lewerin, S., 2017. Quantitative assessment of social and economic impact of African swine fever outbreaks in northern Uganda. *Preventive veterinary medicine*, 144, 134-148pp.
- Clark, N. (2002). Innovation systems, institutional change and the new knowledge market: implications for third world agricultural development. *Economics of innovation and new technology*, 11(4-5), 353-368pp.
- Clavel, D., 2011. Savoirs et développement rural: le dialogue au coeur de l'innovation. Editions Quae. 108pp.
- Codjia, J.T.C., Assogbadjo, A.E., 2004. Faune sauvage mammalienne et alimentation des populations holi et fon de la forêt classée de la Lama (Sud-Bénin). *Cahiers Agricultures*, 13(4), 341-347pp.
- Collier, P., Dercon, S., 2014. African agriculture in 50 years: smallholders in a rapidly changing world? *World development*, 63, 92-101pp.
- Cornwall, A., Jewkes, R., 1995. What is participatory research? *Social science & medicine*, 41(12), 1667-1676pp.
- d'aquino, P., Seck, S.M., 2001. Et si les approches participatives étaient inadaptées à la gestion décentralisée de territoire. *Géocarrefour*, 76(3), 233-239pp.
- d'aquino, P., 2007. Empowerment and Participation: How could the wide range of social effects of participatory approaches be better elicited and compared? Hal-00157748.
- Davis, K.E., Ekboir, J., Spielman, D.J., 2008. Strengthening agricultural education and training in sub-Saharan Africa from an innovation systems perspective: a case study of Mozambique. *Journal of agricultural education and extension*, 14(1), 35-51pp.
- Delgado, C.L., 2003. Rising consumption of meat and milk in developing countries has created a new food revolution. *The Journal of nutrition*, 133(11), 3907S-3910Spp.
- Devaux, A., Andrade-Piedra, J., Horton, D., Ordinola, M., Thiele, G., Thomann, A., Velasco, C., 2011. Brokering innovation for sustainable development: The Papa Andina case, in: Devaux, A., Ordinola, M., Horton, D. (Eds.), *Innovation for Development*, 76pp.

- Devaux, A., Horton, D., Velasco, C., Thiele, G., López, G., Bernet, T., Reinoso, I., Ordinola, M., 2009. Collective action for market chain innovation in the Andes. *Food policy*, 34(1), 31-38pp.
- Djimenou, D., Adoukonou-Sagbadja, H., Chrysostome, C., Koudande, O.D., 2018. Caractérisation phénotypique des porcs locaux (*Sus scrofa domesticus*) au Sud du Bénin. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 37(1), 5956-5975pp.
- Djimenou, D., Adoukonou-Sagbadja, H., Koudande, D.O., Chrysostome, C., Hounzangbe-Adote, S.M., Agbangla, C., 2017. Caractéristiques sociodémographiques des éleveurs de porcs (*Sus Scrofa domesticus*) et structure du cheptel porcin au Sud du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(5), 2177-2193pp.
- Eicher, C.K., Baker, D.C., 1984. Etude critique de la Recherche sur le développement agricole en Afrique subsaharienne. Rapp. manuscrit/CRDI; 100f, 436pp.
- FAO, 2007. Système d'information des ressources en alimentation animale : *Gossypium* spp. Retrieved April 3, 2007 from <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afri/fr/data/541>.
- FAO, 2011. Profil nutritionnel du Bénin-Division de nutrition et de la protection des consommateurs, 62pp.
- Fieldsend, A. F. (2016). Innovation in Family Farming in Eastern Europe and Central Asia. *Rural areas and development*, 13(740-2018-5366).
- Gaillard, J., Waast, R., 1988. La recherche scientifique en Afrique. *Afrique contemporaine*, 148, 3-30pp.
- Gereffi, G., 1996. Global commodity chains: new forms of coordination and control among nations and firms in international industries. *Competition & Change*, 1(4), 427-439pp.
- Giller, K.E., Corbeels, M., Nyamangara, J., Triomphe, B., Affholder, F., Scopel, E., Tittonell, P., 2011. A research agenda to explore the role of conservation agriculture in African smallholder farming systems. *Field crops research*, 124(3), 468-472pp.
- Giovalucchi, F., Olivier de Sardan, J.-P.O., 2009. Planification, gestion et politique dans l'aide au développement: le cadre logique, outil et miroir des développeurs. *Revue tiers monde*, (2), 383-406pp.
- Gonzalez-Laporte, C., 2014. Recherche-action participative, collaborative, intervention. Quelles explicitations? Hal-01022115.

Hall, A., Bockett, G., Taylor, S., Sivamohan, M.V.K., Clark, N., 2001. Why research partnerships really matter: innovation theory, institutional arrangements and implications for developing new technology for the poor. *World development*, 29(5), 783-797pp.

Hawkins, R., Heemskerk, W., Booth, R., Daane, J., Maatman, A., Adekunle, A.A., 2009. Recherche agricole intégrée pour le développement, in: Une Note Conceptuelle Pour Le Forum Africain de Recherche Agricole (FARA), Challenge programme pour l'Afrique Sub-Saharienne (SSA-CP) FARA, Accra, Ghana. 92pp.

Herrero, M., Havlik, P., McIntire, J., Palazzo, A. and Valin, H. 2014. African livestock futures: Realizing the potential of livestock for food Security, poverty reduction and the environment in Sub-Saharan Africa. Office of the special representative of the UN secretary general for food security and nutrition and the United Nations system influenza coordination (UNSIC), Geneva, Switzerland, 118pp

Hocdé, H., Triomphe, B., Faure, M., Dulcire, M., 2008. From participation to partnership: a different way for researchers to accompany innovation processes—challenges and difficulties, in: Sanginga, P.C., Waters-Bayer, A., Kaaria, S., Njuki, J., Wettasinha, C. (Eds.), *Innovation Africa: Enriching Farmers Livelihoods*. pp. 135–152pp.

INSAE, 2014. Cahier des villages et des quartiers de villes du département du Plateau. Quatrième Recensement des populations et des habitations (RGPH-4, 2013), 29pp.

Jarial, S., Ajeigbe, H.A., Yahaya, S., Issa, S., Nouri, M.K., 2015. Innovation platform: Method to engage crop-livestock stakeholders in West Africa. *International Journal of Agricultural Extension*, 3(3), 201-207pp.

Kaplinsky, R., Morris, M., 2001. A handbook for value chain research. IDRC Ottawa, 113pp

Kiki, P.S., Dahouda, M., Toleba, S.S., Ahounou, S.G., Dotché, I.O., Govoeyi, B., Antoine-Moussiaux, N., Mensah, G.A., Farougou, S., Karim, I.Y.A., 2018. Gestion de l'alimentation des porcs et contraintes de l'élevage porcin au Sud-Bénin. *Rev. d'élevage médecine vétérinaire des pays Trop.* 71(1-2).

Lavigne Delville, P., 1991. D'un savoir à l'autre, les agents de développement comme médiateurs, GRET/Ministère de la Coopération, 204 pp., sous la direction de J.-P. Olivier de Sardan et E. Paquet, 1991. Deuxième bulletin de l'association Euro-Africaine pour l'anthropologie du changement social et du développement.

Lebailly, P., 1990. Concept de filière, économie agro-alimentaire et développement. *Tropicultura* 8, 9–

14pp.

Lebbie, S.H.B., Ramsay, K., 1999. A perspective on conservation and management of small ruminant genetic resources in the sub-Saharan Africa. *Small ruminant research*, 34(3), 231-247pp. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00076-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00076-0).

Le Glaunec, C., 2006. Etude Epidémiologique du cycle sauvage de la peste porcine africaine dans la région du Sine Saloum au Sénégal. Thèse de doctorat pour l'obtention du grade de docteur en médecine vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, 138pp.

Leroy, M., 2006, Méthodes participatives dans le cadre des rapports Nord-Sud: une revue critique *in Concertation, décision et environnement. Regards croisés, Volume IV*. Billé, R., Mermet, L., Berlandarqué, M., Berny, N. et A. Emerit (dir.). Paris, La documentation française, 111- 120pp.

Lewin, K. Problems of research in social psychology. In D. Cartwright (Ed.), *Field theory in social science: Selected theoretical papers*. New York: Harper & Row, 1951, 155-169pp.

Logténé, Y.M., Koussou, M.O., Kaboré-Zoungana, C.Y., 2006. L'élevage porcin au Tchad: Bilan de l'introduction, de l'amélioration et de la diffusion des races exotiques. *Animal Genetic Resources/Recursos genéticos animales*, 38, 87-98pp.

Logtene, Y. M., Koussou, M. O., Nguertoum, E. A., Tama, A. C. N., Lakouetene, T., Awa, D. N., & Mal, H. E. M. (2009, April). Caractéristiques et performances des élevages porcins urbains et périurbains des savanes d'Afrique centrale: cas des villes de Garoua, Pala et Bangui. In *Savanes africaines en développement: innover pour durer* (9pp). Cirad.

Loorbach, D., Rotmans, J., 2010. The practice of transition management: Examples and lessons from four distinct cases. *Futures* 42, 237–246pp.

MAEP, 2011. Plan stratégique de relance du secteur agricole (version finale). République du Bénin. 116pp .

Magrin, G., 2010. En attendant le centenaire... Introduction au dossier Afrique, 50 ans d'indépendance. Territoires, frontières, identités et développement. *EchoGéo* 0–10pp. <https://doi.org/10.4000/echogeo.12113>

Mariner, J. C., House, J. A., Mebus, C. A., Sollod, A. E., Chibeu, D., Jones, B. A., ... & van't Klooster, G. G. (2012). Rinderpest eradication: appropriate technology and social innovations. *Science*, 337(6100), 1309-1312pp.

Maru, Y., Sparrow, A., Stirzaker, R., Davies, J., 2018. Integrated agricultural research for development (IAR4D) from a theory of change perspective. *Agricultural Systems*, 165, 310-320pp.

McDermott, J.J., Staal, S.J., Freeman, H.A., Herrero, M., Van de Steeg, J.A., 2010. Sustaining intensification of smallholder livestock systems in the tropics. *Livestock science*, 130(1-3), 95-109pp.

Nin, A., Ehui, S., Benin, S., 2007. Chapter 47 Livestock productivity in developing countries: An Assessment. *Handbook of agricultural economics*, 3, 2461-2532pp. [https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(06\)03047-7](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(06)03047-7)

Nonfon, W.R., 2005. La filière de production du porc local au Bénin : l'amélioration de sa productivité par l'alimentation. Thèse de Doctorat en Sciences agronomiques et Ingénierie biologique, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 236pp.

OECD/Eurostat, 2018. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and using data on innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>

Olivier de Sardan, J-P.O., 1990. Populisme développementiste et populisme en sciences sociales: idéologie, action, connaissance (Developmentalist Populism and Populism in the Social Sciences: Ideology, Action and Knowledge). *Cahiers d'études africaines*, 475-492pp.

Olivier de Sardan, J-P.O, 1991. Savoirs populaires et agents de développement. D'un savoir à l'autre : les agents développement comme médiateurs. Paris, GRET-Ministère la Coopération. Les Approches Participatives. dans la Gestion des Ecosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale. Vol 24.

Ossebi, W., Ayssiwede, S.B., Nimbona, F., Malou, R., Djettin, A.E., Diop, M., Missohou, A., 2019. Analyse zootechnique et économique des systèmes d'élevage de porcs en Casamance (Sénégal). *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays Tropicaux*, 72, 13-22pp.

Pamuk, H., Van Rijn, F., 2019. The Impact of Innovation Platform Diversity in Agricultural Network Formation and Technology Adoption: Evidence from Sub-Saharan Africa. *The Journal of Development Studies*, 55(6), 1240-1252pp.

- Penot, E., 2009. Des savoirs aux savoirs-faire : l'innovation alimente un front pionnier : le lac Alaotra de 1897 à nos jours : Projet de mise en valeur et de protection des bassins versants au lac Alaotra (BV Alaotra) Document de travail BV lac n° 27, 37pp.
- Penrith, M.-L., Vosloo, W., Jori, F., Bastos, A.D.S., 2013. African swine fever virus eradication in Africa. *Virus research*, 173(1), 228-246pp.
- Poccard Chapuis, R., Bonaudo, T., Lossouarn, J., 2011. Élevage, filières et territoires en régions chaudes. *INRA Productions Animales*, 24(1), 129-144pp.
- Porter, M. E., 1985. The Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. NY: Free Press. (Republished with a new introduction, 1998.), 557pp.
- Porter, M.E., 1986. Changing patterns of international competition. *California management review*, 28(2), 9-40pp.
- Raikes, P., Friis Jensen, M., Ponte, S., 2000. Global commodity chain analysis and the French filière approach: comparison and critic. *Economy and society*, 29(3), 390-417pp.
- Rist, S., Chidambaranathan, M., Escobar, C., Wiesmann, U., Zimmermann, A., 2007. Moving from sustainable management to sustainable governance of natural resources: The role of social learning processes in rural India, Bolivia and Mali. *Journal of rural studies*, 23(1), 23-37pp.
- Rogers, E.M., 2010. Diffusion of innovations. Simon and Schuster. 102pp
- Saegerman, C. (2018). Découverte inattendue de la peste porcine africaine en Belgique. *Épidémiologie et Santé Animale*, 73, 147-164.
- Sekkat, K., 1987. Filières de production: revue de la littérature et comparaison avec la théorie néo-classique. *Revue d'analyse économique*, 63(1), 118-142pp.
- Shaffer, J.D., 1973. On the concept of subsector studies. *American Journal of Agricultural Economics*, 55(2), 333-335pp.
- Sorin, C., 2002. Peste porcine africaine au Togo: épidémiologie et modalités de lutte. Thèse de doctorat pour l'obtention du grade de docteur en médecine vétérinaire, Université de Toulouse, 121pp.
- SOS-FAIM, 2015. Les défis des éleveurs: le cas du Bénin en Afrique de l'Ouest. Dynamiques paysannes 36, 12pp

Spielman, D.J., Ekboir, J., Davis, K., Ochieng, C.M.O., 2008. An innovation systems perspective on strengthening agricultural education and training in sub-Saharan Africa. *Agricultural systems*, 98(1), 1-9pp.

Sumberg, J., 2005. Systems of innovation theory and the changing architecture of agricultural research in Africa. *Food policy*, 30(1), 21-41pp.

T’Kint, S., Van Damme, J., Baret, P., 2013. L’innovation agricole au Rwanda: des acteurs déconnectés. L’Afrique des Grands lacs, Annuaire. 2012-2013. 23pp.

Terpend, N. 1997. Guide pratique de l’approche filière. Le cas de l’approvisionnement et la distribution des produits alimentaires dans les villes. *Revue et collection. Aliments dans les villes, FAO–Rome, Italie*, 26pp.

Thiele, G., Devaux, A., Reinoso, I., Pico, H., Montesdeoca, F., Pumisacho, M., Andrade-Piedra, J., Velasco, C., Flores, P., Esprella, R., 2011. Multi-stakeholder platforms for linking small farmers to value chains: evidence from the Andes. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9(3), 423-433pp.

Van de Fliert, E., Braun, A.R., 2002. Conceptualizing integrative, farmer participatory research for sustainable agriculture: From opportunities to impact. *Agriculture and human values*, 19(1), 25-38pp.

Van den Ban, A.W., Stuart, H., Han, B.J., 2005. La vulgarisation rurale en Afrique. Karthala Editions, Paris, 374pp.

Van Mele, P. and Braun, A.R. (2005) *Innovations in Rural Extension: Case Studies from Bangladesh*, Wallingford, UK and Cambridge Mass, USA: CABI Publishing, CAB International, 307pp.

Wampfler, B., 1998. Les innovations en matière de microfinance ouvrent-elles des perspectives pour le financement de l’agriculture? in: *Communication pour le 1er symposium international AOCA/RSP-GRN,* "Recherche-Système et Politiques Agricoles. 21–25pp.

Womack, J. P., Jones, D. T., 1997. Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *J. Oper. Res. Soc.*, 48(11), 1148-1148pp.

Youssao, A.K.I., Koutinhoun, G.B., Kpodekon, T.M., Bonou, A.G., Adjakpa, A., Dotcho, C.D.G., Atodjinou, F.T.R., 2008. Production porcine et ressources génétiques locales en zone périurbaine de Cotonou et d’Abomey-Calavi au Bénin. *Revue d’élevage médecine vétérinaire des pays Tropicaux* 61(3-4), 235-243pp. <https://doi.org/10.19182/remvt.9995>

Section études

Chapitre 1

Typologies des discours des parties prenantes de la filière porc sur les innovations

Préambule

Ce premier chapitre étudie la manière dont les parties prenantes de la filière porc dans les départements de l'Ouémé et du Plateau perçoivent les innovations. Cette étude utilise la méthode Q qui permet une identification rapide de la diversité des opinions au sein d'une population sur une question donnée. L'approche, de nature qualitative, ne vise aucunement une représentativité et inférence statistique sur ladite population. Elle se borne à catégoriser des discours à travers un échantillonnage dirigé, pour identifier un groupe d'acteurs caractérisé par sa diversité. Si une approche quantitative est désirée, elle devrait faire l'objet d'un protocole différent, basé sur un échantillonnage adéquat et d'un questionnaire systématique à visée quantitative, qui pourrait typiquement se construire sur base des résultats d'une application de la méthode Q.

La méthode Q a donc été choisie ici pour son caractère exploratoire dans une logique assumée d'analyse qualitative. Les résultats visent à nourrir une réflexion sur l'acceptabilité d'une démarche mettant en avant le concept d'innovation. Une quantification de la prévalence de telle ou telle position n'a pas été jugée utile pour nos objectifs. Par la participation de différents acteurs de la filière, un ensemble de déclarations-type a été identifié, portant sur les origines, les avantages, les inconvénients, les risques, les limites, les dynamiques courantes, les effets sociaux des innovations ont été établis. La méthode Q propose ensuite un exercice de notation de chaque déclaration-type par les participants, selon leur accord ou désaccord avec celle-ci, pour appliquer à l'ensemble des notations une analyse en composante principale (ACP). Cette ACP, considérant les personnes interrogées comme « variables », produira des composantes principales reprenant chacune une part de la variabilité totale des notations au sein de l'échantillon. Ces composantes principales, caractérisées par leur corrélation avec les différentes déclarations-type, sont interprétées comme étant des « discours », c'est-à-dire une somme de positionnement par rapport aux déclarations-type. Cette approche est mobilisée pour son caractère participatif (approche *bottom-up*) et la structuration qu'elle permet par cet usage à visée qualitative d'une méthode de statistique descriptive qu'est l'ACP.

Dans ce chapitre sont donc mises en avant les logiques des parties prenantes avant de commencer nos recherches sur les innovations dans la filière. Ce chapitre est rédigé en anglais sous forme d'article et a été accepté pour sa publication dans la revue « *Development in Practice* ».

Section études

Etude 1 :

Mapping stakeholders' viewpoints on innovation along a livestock value chain: a Q method application

Authors: Benoît Govoeyi^{a,b*}, Serge G. Ahounou^a, Pascal S. Kiki^a, Ignace O. Dotché^a, Nassim Moula^b, Issaka Youssao Abdou Karim^a, Nicolas Antoine-Moussiaux^b

^a *Polytechnic School of Abomey Calavy, Department of Animal health and production, University of Abomey Calavy, Benin*

^b *Fundamental and Applied Research for Animals and Health (FARAH), Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Belgium*

*Corresponding authors: bgovoeyi@doct.uliege.be

1.1. Abstract

Innovating is vital to farmers in Sub-Saharan Africa, to adapt to challenges and reap benefits from opportunities. Stakeholders' decision to engage in innovation programs is influenced by perceptions. The Q-method application investigates these perceptions along the swine value chain in Benin. Fifty-five statements were participatory established and then graded by a set of 25 stakeholders on an 11-grades scale. Statistical analysis helped identifying three main discourses. Optimism was tied to an endogenous vision of innovation and pessimism to a top-down, exogenous vision. This analysis highlights various perceptions of innovation, supporting the need and feasibility of multi-stakeholder innovation platforms.

Keywords: Civil society - Participation, Labour and livelihoods - Poverty reduction, Economics, Environment (built and natural) - Agriculture, Aid- Development policy, Sub-Saharan Africa.

1.2. Introduction

Their ever-changing and challenging environment drives farmers in sub-Saharan Africa to continuously innovate, getting the most out of locally available resources and leading to an active development of know-hows and practices (Klerkx *et al.*, 2012). This on-site development of new practices is called endogenous innovation. Resulting from relevant local insights into socio-economic and environmental stakes, endogenous innovations are considered as well adapted, hence the basis for a sustainable development. However, exogenous or introduced innovations, to be successfully adopted, also require adaptations, to get simplified, enriched or tailored to actors' practices (Vall *et al.*, 2012). Therefore, to reach sustainability, exogenous innovations call for crucial endogenous innovations too.

To spur the needed rise in agricultural outputs in the continent, policies need to support these local dynamics. This further calls for involving a wide range of stakeholders in innovation programs and creating dense connections between them, as defended in the paradigm of Agricultural Innovation Systems (Hounkonnou *et al.*, 2012). Indeed, the role of social networks is paramount in the process of innovation (Spielman *et al.*, 2010). However, the adequate way of conducting this support has remained an important challenge, raising many scientific questions of technical, economic and social nature. The stakeholders' decision to create, adopt and share innovations is influenced by their current knowledge, attitude and perceptions. These are expressed in a diversity of opinions, also taking account of the diversity of values and goals between stakeholders (Pereira *et al.*, 2016). Hence, as in other sectors, to obtain a significant success of agricultural innovations and a sustained local dynamic, this diversity has to be understood and taken into account. Among the various networks at play, a classical framework used in agricultural development is that of the value chain (VC), which covers all actors and processes interacting in the production and delivery of a defined product to consumers. Framing the study of agricultural innovation inside a VC perspective entails the following choices: i) it focuses on a social process involving sustainable development of institutions and techniques; ii) it extends beyond the sole primary production to involve actors, upstream and downstream of the VC; iii) it affirms a triple objective of putting quality products on the market to the benefit of the consumer, maximising the value created in the value chain, and sharing these benefits between the different actors. Agricultural value chains in Sub-Saharan Africa often present traditional structures. Besides technical issues, those are subject to organizational challenges to be solved facing the changes of their operation context, marked by globalization, environmental change, and socio-political mutations. Also, livestock in these systems is not merely a mode of production but sustains a whole lifestyle and culture, embedded in a complex system of livelihoods.

This complexity again stresses the importance of the management of the diversity of stakeholders in innovation programs involving the VC concept. This calls for operational methods and tool to

characterize the position of diverse stakeholders regarding innovation in order to design supportive actions and inform policy-making. The Q method appears as a promising tool for such purposes (Pereira *et al.*, 2016). Using a multivariate statistical approach to produce qualitative insights, this method explores the different discourses or divergent perceptions within a group, based on the individual appreciation of a set of statements. Q method has been successfully applied to other rural development questions, and to innovation projects in sustainable agriculture (Hermans *et al.*, 2012). More recently, in the context of West-African livestock sector, the Q method has been mobilized to characterize actors' viewpoints on animal genetic resources management (conservation and improvement) along multi-stakeholder innovation systems (Hamadou *et al.*, 2016; Siddo *et al.*, 2018). In Benin, pig keeping appears to be mainly a complementary source of incomes or insurance for households, also presenting a socio-cultural importance, e.g. in funerals ceremonies (Agbokounou *et al.*, 2016). The national strategic plan to revive the agricultural sector of Benin identified pig production as one of the leading VC to be promoted (MAEP, 2011). Indeed, a high demand is now developing in cities, as in Cotonou and Porto-Novo, mainly through the multiplication of small, specialized restaurants and shops. Profoundly affected by the epizootics of African swine fever of 1997 and its subsequent outbreaks, the pig VC represents a typical case of promising sector of economic development facing internal constraints calling for strong innovation processes, both technical and organizational (Govoeyi *et al.*, 2019).

In the prospect of gathering stakeholders of pork VC in Southeastern Benin within an innovation platform, the present work proposes an analysis of the diversity of stakeholders' perspectives about innovation itself, understood as "any change in the way of doing things and interacting with other actors". Hence, this Q-method application is here proposed as an operational tool to inform the design of a participatory project of multi-stakeholder platform for innovation stimulation, as promoted by Hounkonnou *et al.*, (2012).

1.3. Methodology

1.3.1. Overall study strategy

The local organization of pig producers divides the department of Ouémé-Plateau in three zones. In each of these zones, one commune was targeted as study area. Focus group discussions with livestock extension services allowed establishing a list of statements on innovation based on open discussions. Other focus groups were then led with the existing co-operatives of different sectors of the pig VC in each commune to comment on these statements and select 55 statements to be included in the Q-sample. These were then submitted for ranking in face-to-face interviews to 25 respondents selected across the VC actors and across the three identified communes for Q-sorting and subsequent analysis.

1.3.2. Study area delineation

The departments of Ouémé and Plateau are recognized in Benin as an important areas of pig production. It is located in Southeast of Benin at 6°40'0''N latitude and 2°0'0''E longitude. The pig breeders' umbrella association (ANEP) has decentralized its representation in order to allow for a closer contact with its members. This decentralization in Ouémé and Plateau splits departments into three zones, taking account of agro-climatic and socio-economic characteristics of the departments, i.e. the zones of Porto Novo, of Vallée and of Plateau. One commune was identified in each of the three zones for participants sampling. In the zone of Porto-Novo, the commune of Porto-Novo has been chosen, the commune of Adjohoun in the zone of Vallée and the commune of Pobè in the zone of Plateau. These communes were purposively selected based on the presence of the different functions of the pig VC to ease the sampling and actors' gathering. The participants sampling was done in each of the three communes, applying the principles of diversification and saturation, as described by Pires (1997).

1.3.3. Participatory identification in focus group

A first focus group was conducted with five officers from livestock extension services from the study zones. It aimed at identifying statements expressing opinions around innovations and their origins, advantages, risks, social effects, current dynamics, as well as factors encouraging and limiting innovations. Then, in each commune, one focus group of five VC actors has been established by taking in consideration the existing co-operatives or associations of the different functions along the VC. One actor of each VC function, i.e. breeding and fattening, cured-meat transformation, marketing, extension and financial services, joined the focus groups on a voluntary basis. This preliminary stage benefitted from active interactions between actors in the confirmation or refinement of relevant statements for data collection.

Each focus group discussion held in French and in the local language "Goun", was introduced through explanations given to participants on the objectives and expectations of this activity inside the study's framework. Through a first discussion, a common understanding of innovation was progressively built as "any change in the way of doing things and interacting with other actors". All statements were then discussed and listed again with these actors; no additional statement emerged from discussions. Each group was finally asked to ascribe a weight between zero and 100 through proportional piling indicating their perception of the importance to include the statement in the next step of the study, i.e. their perception of the "importance of each statement in the overall way of thinking of different actors in the VC, whether the statement might be source of divergence or common agreement". The mean score was calculated for the 65 statements having emerged from more than one group and the degree of agreement between groups was estimated through calculation of the Kendall's coefficient of concordance (Vegan package, R 3.0.1). Then, 10 statements getting low mean score (five to 21%) were eliminated after the

proportional piling process and 55 statements were retained to constitute the Q-sample, showing mean scores between 52 and 100%, and a minimal coefficient of concordance of 0.57. The number of 55 was also defined in agreement with the subsequent uniform distribution of those along an eleven-grade scale (see Q sorting).

1.3.4. Identification of pig VC actors for Q-sorting

Respondents (P-set) interviewed in the three communes were identified by an iterative participant-based sampling procedure, known as “snowball sampling” (Sadler *et al.*, 2010). Based on a so-generated list of actors, 25 actors were selected in order to distribute the sample across the VC functions and across the three communes. Indeed, the Q-method being a qualitative approach, the sampling aims at including a reasoned diversity of actors, here focusing on VC functions, and does not aim at producing representative values to be extrapolated on the population. Respondents were enrolled in face-to-face interviews to collect their perceptions on the 55 statements (Q-sorting). All invited actors accepted the interview. The numbers of actors retained in each sector of activity and in each commune are indicated in Table 1.

Table 1. The 25 actors interviewed in the individual survey

Communes	P-set						
	Breeders	Extension services	Financial services	Breeders Associations	Pork Butchers and gargotes	Animal sellers	Feed sellers
Porto-Novo	2	2	1	1	1	1	1
Adjohoun	2	2	1	1	1	1	0
Pobè	2	2	1	1	0	1	1

1.3.5. Q-sorting

The 55 statements were printed individually on cards, which were given to the interviewed actor for sorting following a grid in forced rank-continuum following 11-grades Likert scale (Onwuegbuzie and Frels, 2015). The score of -5 indicated the strongest disagreement and +5 the highest agreement, 0 expressed a neutral position (Figure 1). The sorted Q-sample is termed Q-sort. At the end of the interview, actors were asked to explain briefly the reasons motivating their decision regarding statements with the -5 and +5 grades in order to collect further qualitative data.

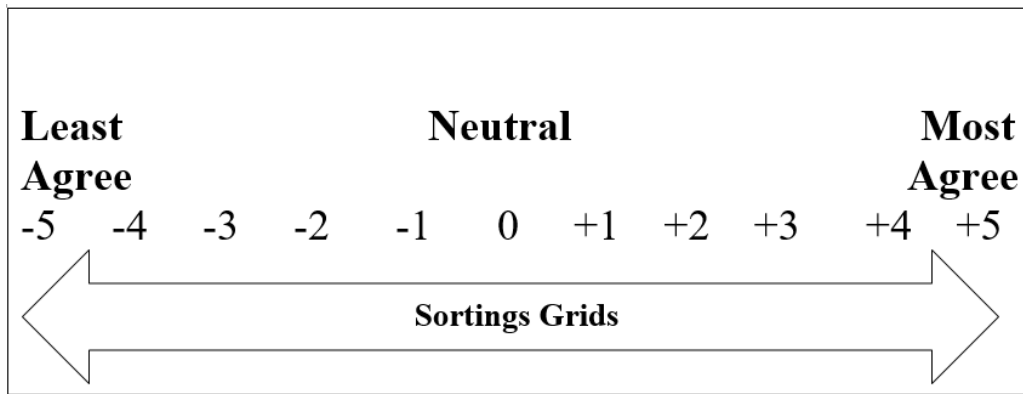


Figure 1. The sorting grid for the repartition of the 55 statements

1.3.6. Statistical analysis

The analysis was performed with PQMethod software 2.11 specifically designed for the Q method analysis. After encoding Q-sorts, the first step of the analysis consists in the extraction of the initial factors through principal components method (QPCA function), considering 25 Q-sorts as the “variables” to be summarized in principal components. The latter thus constitute “synthetic opinions” variably correlated to each particular opinion gathered. The correlation between factors and eigenvalues are computed to characterize factors. Factors with eigenvalues greater than one are selected (Donner, 2001). Low coefficients of correlation between factors indicate that these cover distinct patterns of discourse. The varimax rotation (QVARIMAX function) allowed clarifying factors’ structure by maximizing the variance between each factor and by better distributing the explained variance among the selected number of factors.

Factors are then interpreted by ascribing them Q-sorts, according to the statistical significance ($p < 0.05$) of the correlation between the Q-sort and the factor (factor loading) (Zabala, 2014). A requirement in factors number’s selection is that each is significantly associated to a minimum of three Q-sorts.

For each factor, the mean rounded score of each statement is calculated as the mean score across Q-sorts ascribed to this factor. The interpretation of factors’ meaning as “discourses” was made based on this mean rounded score, indicating agreement or disagreement of the factor with each statement. Q-sorts were classified as consensual when their rounded score presented no statistical difference between the three factors. The specific meaning of factors was thus derived by a comparative approach, focusing on statements presenting a significant difference of their rounded scores between factors.

1.4. Results

1.4.1. Kendall's coefficient of concordance

The Kendall's coefficient of concordance (W) calculated on proportional piling scores attributed to the complete matrix of 55 selected statements varied from 0.57 to 0.78 (see annex), indicating a statistically significant agreement between interviewees about their expected usefulness to map stakeholders' viewpoints ($p < 0.001$). This coefficient for the 10 rejected statements varied from 0.66 to 0.83, actors thus strongly agreeing on their weak relative usefulness for the study's goals ($p < 0.001$).

1.4.2. Factor's characterisation

PCA of the 25 Q-sorts delivered eigenvalues of 9.47, 2.51, 2.00 and 1.80 for the first four factors. The three first factors were retained, which after Varimax procedure showed to be significantly and positively correlated to respectively 13, 3 and 9 Q-sorts. The correlations between these factors vary from 0.47 to 0.52. The average reliability estimated for the factors is 0.8 with respectively the individual composite reliability of 0.98, 0.92 and 0.97. Table 2 presents the correlations of the three selected factors with Q-sorts together with the role along the VC of each of their author.

Table 2. Repartition of stakeholders in factors

Q-Sorts	Actors	F1	F2	F3
1	(1) Development agent	0.55*	0.03	0.39
2	(2) Development agent	0.66*	0.21	0.18
3	(3) Development agent	0.45*	0.10	0.42
4	(4) Development agent	0.27	-0.02	0.66*
5	(5) Development agent	0.69*	-0.04	0.40
6	(1) Micro credit agent	0.45*	0.16	0.19
7	(2) Micro credit agent	0.63*	0.37	0.28
8	(3) Micro credit agent	0.240	0.90*	0.23
9	(1) Member of Breeders' association	0.52*	0.32	0.38
10	(2) Member of breeders' association	0.83*	0.26	-0.11
11	(3) Member of breeders' association	0.41*	0.15	0.14
12	(4) Member of breeders' association	0.81*	0.28	-0.10
13	(1) Breeder (woman)	0.67*	-0.05	0.24
14	(2) Breeder (woman)	0.72*	-0.08	0.23
15	(3) Breeder (youth)	0.23	0.38	0.57*
16	(4) Breeder (youth)	0.23	0.36	0.58*
17	(5) Breeder (older)	-0.04	0.39	0.55*
18	(6) Breeder (older)	0.44	0.06	0.55*
19	(1) Pork butcher and gargote	0.14	0.16	0.66*
20	(2) Pork butcher and gargote	0.04	0.34	0.59*
21	(3) Pork butcher and gargote	0.23	0.91*	0.21
22	(1) Livestock feed seller	0.20	0.90*	0.21
23	(2) Livestock feed seller	0.33	0.01	0.67*
24	(1) Live swine trader	0.64*	0.22	0.17
25	(2) Live swine trader	0.12	0.16	0.67*

1.4.3. Consensus statements

Consensus statements are statements that do not distinguish between any pair of factors at a threshold p-value of 0.01 (Table 3). The three discourses agree strongly on the need for African agriculture to innovate, notably to reach sustainability (statements 12 and 51). In addition, they agree on the fact that innovations can be achieved by everyone and are often a benefit for people who adopt them (statements 4 and 8). Regarding the source of innovation, a moderate to strong consensual agreement is also observed about the fact that innovators are field actors who try to solve their own problems (statement 16) and that innovations do not come from local scientific research (statement 2). A common disagreement is expressed with the fact that innovations would be disruptive for traditional way of life (statement 9).

Table 3. Consensus statements between all factors

N°	Statements	F1	F2	F3
2*	Innovations come from local research	-5	-5	-5
4*	Innovations can be achieved by everyone	4	5	4
8*	Innovations are often a benefit for people who adopt them	4	2	2
9	Innovations are disruptive for traditional way of life	-3	-3	-5
12*	We have to innovate for a sustainable agricultural production	5	5	5
16	Innovators are those who have problems and decide to resolve them	3	5	4
41*	The actors of agricultural value chains have little incentive to innovate	-1	-3	-2
51*	The innovations are challenges to be faced in Africa	4	4	3

All listed statements are non-significant at $p>0.01$ and those flagged with an * are also non-significant at $P>0.05$.

1.4.4. Discourses

Tables 4 and 5 show respectively the statements distinguishing all three factors between them and those distinguishing each factor from the two others. These statements are presented here below to describe the discourses translated by each factor.

Table 4. Statements distinguishing between all three factors

N°	Statements	F1	F2	F3
1	Innovations come from foreign research	-4	3	0
18*	A minimum of instruction and experiences are required to innovate	-3	5	0
29*	The poor farmers will remain lagging behind innovations	-2	-5	2
33*	The innovations can foster abundant production in the African context	5	-5	2
46	The innovations allow for improving agricultural yields	4	-1	1

$P<0.05$; asterisk (*) indicates significance at $P<0.01$

Table 5. Statements distinguishing each factor

Statements distinguish each factor				
N°	Distinguish factor 1	F1	F2	F3
5	Indigenous news practices can be regarded as local innovation	5	3	1
25*	Fatalism is an obstacle for innovations	5	-5	2
30*	Farmers from Africa grant little of importance to innovations	4	-3	2
35	Innovations reduce the arduousness of work and increase wellbeing at work	4	-2	-4
48	Local institutions of research promote sufficiently innovations	1	4	5
55	Sustainable development would be possible without innovations introduction	-3	2	-5
54	Innovations are harmful to farmers	-4	5	0
10*	Innovations are blueprint solutions	-5	3	4
Distinguish factor 2				
32*	The innovations could move away farmers from their socioeconomic realities	-3	5	0
7	Innovations are risky because results are unknown	-2	5	2
20	Young people are more innovating	-4	3	0
11	Development agents get more gains than producers from innovations	-3	1	-2
19*	Even an illiterate can innovate	-3	1	-2
28*	Innovations in African context create more winner than loser	0	4	1
47*	Development agents promote innovations	5	-5	2
34	Innovations do not ask necessarily of big means	3	-5	2
Distinguish factor 3				
37	To move beyond subsistence agriculture, the farmers have to innovate	2	3	5
45	There are more innovations in the agricultural marketing sector	3	2	5
27*	Only the wealthy farmers can profit from the innovations	-3	-3	5
36*	Exchange visits between actors are to favour to foster innovation	-2	5	2
39	Socio-cultural realities can inhibit innovations	1	-3	2
3*	Innovations are different from inventions	1	2	-3
43*	Farmers organisational framework do not promote innovations in Benin	1	1	-4
49*	The agricultural loans do not encourage innovations	-2	0	-4
40*	The political environment in Africa is favourable to innovations	-2	-1	-5

P<0.05; asterisk (*) indicates significance at P<0.01

1.4.5. Discourse 1: An optimistic view on an endogenous innovation dynamic

The first factor explains 23% of the total variance and represents the point of view of 13 respondents including 4 actors of technical support, 2 actors of financial services, 4 respondents of the breeder's organization, 2 women breeders and one pig trader. This discourse may be described as an optimistic view of innovation, agreeing with the potential gains of innovations in Africa (statements 28, 33, 35, and 46) and denying some drawbacks or limitations of innovations (statements 18, 19, 29, and 54). This discourse considers indigenous new practices as innovations (statement 5), calls for additional efforts from local institution for the promotion of innovation (statement 48) and disapproves a view of

innovations as blueprints (statement 10) originating from foreign research (statement 1). It also regrets that farmers from Africa grant little importance to innovations (statement 30).

1.4.6. Discourse 2: A pessimistic view on an exogenous innovation dynamic

The second factor represents 14% of the total variance. It relates to the Q-sorts of three respondents including one actor of financial services, one butcher and gargote and one feed seller. This discourse appears as rather pessimistic, denying the positive impact of innovations (statements 33 and 46) and pointing at various drawbacks, innovations being showed as risky (statement 7), expensive (statement 34), generating more losers than winners (statement 28), potentially harmful to farmers (statement 54) and irrelevant to field realities (statement 32). Innovations are here considered as originating from foreign research (statement 1), being applied as blueprints (statement 10).

1.4.7. Discourse 3: A cautious view focusing on socio-economic impacts of innovations

The third factor represents 18% of the total variance and represents the perception of nine actors among which one actor of financial services, two young and two old breeders, two butchers and gargotes, one feed seller and one pig seller. This discourse appears moderately optimistic regarding the impact of innovations (statements 33 and 46) but points to the distributive impacts of it (statements 27 and 29) and its greater dynamism in the downstream sector of the VC (statement 45). It appears favorable to a better public involvement in its stimulation, through financial services (statement 49) and better policies (statement 40). It judges positively the action of farmers' organisations regarding innovations (statement 43) and supports the idea of exchange visits between farmers (statement 36). It has a neutral position about the fact that innovations are imported or would also emerge from field actors' practices (statements 1 and 5).

1.5. Discussion

1.5.1. Methodology

The Q-method is a qualitative research tool. Although it makes use of statistical analysis methods in a heuristic objective, it has no pretention for quantitative extrapolation of its results on the population and does not aim at representativeness (Watts and Stenner, 2005). Therefore, to ensure the interest of its results, it is of central importance to ensure the validity and relevance of the sample of statements. Therefore, the methodology has involved VC actors to foster interactions and debates in order to base the choice of statements directly on the collected stakeholders' considerations on innovation. Proportional piling in focus groups and the calculation of Kendall's coefficients of concordance allowed securing that the set of statements is well based on a shared view between stakeholders about what feature of innovation makes sense to them and cause divergences. The Kendall's coefficient of

concordance obtained for both rejected and retained statements showed a strong agreement between stakeholders, as Heiko (2012) proposed that a coefficient of 0.7 indicates a clear consensus.

By making stakeholders totally aware of the objective and modalities of the research process, we believe that they were able to provide a meaningful set of statements. This participation helped avoiding the individual-blame bias, which is a common feature of exogenous innovation promoters who tend to blame individuals for not adopting innovations without searching for the rationale of non-adoption (Hannah and Jost, 2011). Therefore, most statements in this study focus on the characteristics of innovation itself rather than that of adopters. Those focusing on adopters present a balance between socio-economic features (endowment, constraints) and attitudinal ones. Another bias avoided by applying the present methodology is the tendency to consider innovations as strictly technological changes. Indeed, exchanges in focus groups also spontaneously included organizational innovation, which appear to stakeholders as major evolutions. This has probably been allowed by the explicit reformulation of innovation as “any change in the way of doing things and interacting with other actors”.

The forced uniform distribution has been preferred for the Q-sorting step. Watts and Stenner (2005) explain the various possible forms of distributions in Q methodology. A forced ranking helps interviewees expressing the importance of their agreement with statements the one relatively to the other. By giving the same occurrence to different levels of agreement from +5 to -5, the flat distribution does not make such a strong assumption on the a priori distribution of interviewees thinking as the Gaussian distribution would. Interviewees did not show any difficulty in building Q-sorts in accordance with this requirement.

The selection of three factors has been driven here by a balance to reach between a discourse agglomeration in a simple set of opinions and the readability of these synthetic opinions. We may observe that most Q-method studies end up with 3 discourses, scarcely 4 or 5 discourses (Ramlo and McConnell, 2008). Three factors may appear as the minimal number to propose a dialectical structure of opinion, allowing for two “extreme” discourses and one more nuanced or intermediate one, as found for example in Hamadou *et al.*, (2016) or Siddo *et al.* (2018). The composite reliability coefficients of all the factors are significant and exceed the conventional threshold of 0.7 indicated by Van Exel and De Graaf, (2005). This indicates that the factors may be considered as valid for interpretation.

1.5.2. Discourses

Interestingly, the present overall structure of the three discourses tends to outreach the here-above mentioned dialectal framework of thesis, antithesis and synthesis. Indeed, beyond the optimistic, pessimistic and intermediary discourse, each opinion appears to highlight a distinct feature of innovation within the overall positive attitude towards innovation that was shown by consensual

statements. Also, an important output of this analysis is the direct link made between the optimistic or pessimistic view and the origin of innovation, with optimism focusing on endogenous processes and pessimism arising from deceiving exogenous processes. Therefore, oppositions do not appear as clear-cut and irreconcilable, as might appear for example in Hamadou *et al.* (2016) or Siddo *et al.* (2018). Moreover, unlike the latter examples, none of the three discourses is borne by a particular actor category of the value chain, each rather showing a diversity of profiles. Thus avoiding a scheme that would oppose VC actors with conflicting interests, this tends to show the internal variability of opinions inside each VC level, with the possibility for common views to be developed all along the VC.

The overall positive consensus on innovation, its need in the African context and its shared possibility, appears favourable to the implementation of an innovation platform. Innovations find their incentives in the daily challenges met by active stakeholders, willing to improve their situation, as also depicted by Fisher *et al.* (2018) regarding agriculture in Malawi. This contradicts the image of traditional farmers, unwilling or unable to innovate, and fits well in the context of a dynamic suburban supply chain, showing a true potential to attract newcomers provided that main constraints may be alleviated.

A salient finding of this study is the strong consensus on the lack of contribution of local research to innovation. Such distrust is a crucial indicator to be accounted for in future strategies to create a direct and fruitful link between stakeholders and local research. This situation may result from a frequent by-pass of local institutions by foreign actors promoting innovations, or from their low visibility when these are involved. Obviously, a lack of funding for local researchers may have prevented their involvement in VC development, as well as the overall incentive structure of the present scientific research. Indeed, action-research is often a slow process, hence lowering rates of publications, while working under controlled conditions of research stations further offers the possibility to implement up-to-date technologies that are still poorly applicable or even poorly relevant to field conditions of African value chains.

The first discourse has been qualified as an “optimistic view on an endogenous innovation dynamic”. It did not use any terminology gainsaying innovation. This viewpoint, according to which old ways for doing things no longer meet the current needs, is in line with messages conveyed by “*The New Harvest: Agricultural innovation in Africa*” (Juma and Yee-Cheong, 2005): developing countries will face the rising threat of climate change and will contribute to global food security by innovating in technologies, infrastructures, technical trainings and market organization. Interestingly, this positive view of innovation is tied to its conception as endogenous, meaning that it originates in field actors themselves, given that local research is not considered as a source of innovation. This confidence in local innovations is promoted at the global scale for sustainable natural resource management, also promoting the international exchange of locally born innovations. Hence, the Global Partnership

Program “Prolinnova” basically founds its activities upon local innovations inventoried in a variety of countries (Waters-Bayer *et al.*, 2009). The presence of this first discourse in this VC is therefore a solid basis to launch participatory research processes, which are founded on the same assumption of stakeholders’ ability to create solutions to their issues. An important challenge will be to foster trust in local research institutions to allow for the needed strengthening of capacities and continuous exchange to generate and concretize ideas.

The second discourse has been termed a “pessimistic view on an exogenous innovation dynamic”. This opinion proposes an opposite perspective to the first discourse, both on the origin of innovation and its effects. This viewpoint also relates to a globally prevailing viewpoint on innovation, being seen as originating from scientific research and then being transferred to the field by extension services and education (Rogers, 2010). In the present case, stakeholders base their criticism on the lack of adaptation of these innovations to the field context, which may point to defaults in the basic qualities an innovation needs for its successful dissemination: relative advantage, manageable complexity, compatibility, trialability, and observability (Rogers, 2010). Therefore, this pessimism has to be understood as tied to this framing of innovation as a top-down and exogenous process. This also tends to create in this viewpoint a focus on farmer’s ability to adopt, such as training, endowment and experience. Therefore, this opinion may be interpreted as a mirror to the classically illustrated individual-blame and pro-innovation bias. This viewpoint seems to result from a deception due to the failure of past cooperation projects or public programs aiming at diffusing innovations, suggesting this failure to have resulted from a lack of actors’ participation and active involvement by the project or program. In the context of cotton production in Burkina Faso, the involvement of stakeholders associations in collective decisions increased mutual trust and stakeholders’ adoption of the proposed technology (Métouolé Méda *et al.*, 2018).

Furthermore, the second discourse raises a criticism about development agents, policy-makers or extension services not promoting enough innovations. This may indicate that these actors are used to adopt an attitude of passive accepters of innovation. The literature on VC, despite its actor-centred approach, also presents such biased perception giving a higher weight to top-down processes in innovation (Gómez *et al.*, 2011). However, present state of knowledge of adoption mechanisms should invite to a more balanced vision, with a clear importance of bottom-up and decentralized processes. Institutional innovation is thus here needed to involve stakeholders and allow them to participate actively to decision-making.

The third discourse has been termed a “cautious view focusing on socio-economic impacts of innovations”. The correlations of this discourse with the two first discourses are estimated at 0.52 and 0.49, respectively. This translates the share of a significant set of ideas between this discourse and the

two first discourses, giving its status of “synthesis” opinion in the here-proposed dialectal structure. Also, the neutral position of this discourse on several statements opposing discourses 1 and 2 stresses that intermediary situation. Practically, the proponents appear optimistic regarding innovations impact like proponents of discourse 1 but, alike discourse 2, they support the idea that innovations are risky and entail disadvantages. Regardless of its status of synthesis between opposite, again outreaching the sole dialectic understanding of this analysis, this discourse is remarkable by the socio-economic insights it proposes on innovations. More precisely, it agrees with the fact that innovation entails distributive effects, with the political environment and farmer’s organizations being unfavorable for innovations, and with agricultural loans being ineffective in fostering innovations. For them, with the current environment of innovations, the poor farmers will remain lagging behind the innovation dynamics, with only better-endowed farmers being able to take advantage from innovations. Similar point of view may be found in Collier (2008), then defending the role to be played by policy-makers in supporting less-endowed farmers to innovate and respond to the equity concerns of innovation. Also, in this same prospect, Hounkonnou *et al.* (2012) point to the crucial role of the public sector in providing part of the financial resources that are required for innovation as well as in the support of professional organizations.

1.6. Conclusion

The present Q-method application allowed engaging in a dialogue with VC actors regarding the concept of innovation. It produced useful insights for the subsequent animation of a multi-stakeholder platform to spur innovation along the VC. As a qualitative method, it proved a valuable and operational inception tool, grasping the overall tendencies in local discourses that are likely to influence the social process of innovation. In later stages of the process, the Q-method will further deliver qualitative insights on the evolution of perceptions, potentially targeting more precise subsets of actors in the VC.

In the present case, the common positive view on innovation, as well as the structure of discourses – each highlighting a specific dimension of the issue of agricultural innovation – foster hope to gather actors around a common project of endogenous innovation. Part of actors still holds a passive attitude, perceiving policy-makers as playing the main role in spurring innovation, through scientific research and agricultural extension. This viewpoint is understandable since it has been dominating for a long time. Hence, a successful endogenous innovation platform would rest on and reinforce the congruence of innovation optimism and its thinking as endogenous, putting VC stakeholders at the driver seat.

1.7. References

Agbokounou, A.M., Ahounou, G.S., Youssao, A.K.I., Mensah, G.A., Koutinhoun, B., Hornick, J.-L., 2016. Caractéristiques de l'élevage du porc local d'Afrique. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 30(1), 4701-4713pp.

Collier, P., 2008. The politics of hunger-How illusion and greed fan the food crisis. *Foreign Affairs*, 67-79pp. <https://www.jstor.org/stable/20699372>

Donner, J.C., 2001. Using Q-sorts in participatory processes: An introduction to the methodology. *Social Development Papers*, 36, 24-49pp.

Fisher, M., Holden, S.T., Thierfelder, C., Katengeza, S.P., 2018. Awareness and adoption of conservation agriculture in Malawi: what difference can farmer-to-farmer extension make? *International journal of agricultural sustainability*, 16(3), 310-325pp. <https://doi.org/10.1080/14735903.2018.1472411>

Gómez, M.I., Barrett, C.B., Buck, L.E., De Groote, H., Ferris, S., Gao, H.O., McCullough, E., Miller, D.D., Outhred, H., Pell, A.N., 2011. Research principles for developing country food value chains. *Science*, 332(6034), 1154-1155pp. DOI: [10.1126/science.1202543](https://doi.org/10.1126/science.1202543)

Govoeyi, B., Ahounou, G.S., Agbokounou, A.M., Salifou, C.F.A., Dotche, O.I., Kiki, S.P., Youssao Abdou Karim, I., Antoine-Moussiaux, N., 2019. Participatory innovation analysis along livestock value chains: case of swine value chain in Benin. *Agricultural Systems*, 174, 11-22pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.007>

Hamadou, I., Moula, N., Siddo, S., Issa, M., Marichatou, H., Leroy, P., Antoine-Moussiaux, N., 2016. Mapping stakeholder viewpoints in biodiversity management: an application in Niger using Q methodology. *Biodiversity and conservation*, 25(10), 1973-1986pp. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1175-x>

Hannah, H., Jost, C., 2011. African Field Epidemiology Network (Afenet) public health participatory epidemiology introductory training module: Manual for trainees, 214pp

Heiko, A., 2012. Consensus measurement in Delphi studies: review and implications for future quality assurance. *Technological forecasting and social change*, 79(8), 1525-1536pp. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.04.013>

Hermans, F., Kok, K., Beers, P.J., Veldkamp, T., 2012. Assessing Sustainability Perspectives in Rural

Innovation Projects Using Q-Methodology. *Sociologia ruralis*, 52(1), 70-91pp. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2011.00554.x>

Hounkonnou, D., Kossou, D., Kuyper, T.W., Leeuwis, C., Nederlof, E.S., Röling, N., Sakyi-Dawson, O., Traoré, M., van Huis, A., 2012. An innovation systems approach to institutional change: smallholder development in West Africa. *Agricultural systems*, 108, 74-83pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.01.007>

Juma, C., Yee-Cheong, L., 2005. Reinventing Global Health: The role of science, technology, and innovation. *The Lancet*, 365(9464), 1105-1107pp.

Klerkx, L., Van Mierlo, B., Leeuwis, C., 2012. Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions, in: *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Springer, 457–483pp. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_20

MAEP, 2011. Plan stratégique de relance du secteur agricole (version finale). République du Bénin. 116 pp .

Métouolé Méda, Y.J., Egyir, I.S., Zahonogo, P., Jatoe, J.B.D., Atewamba, C., 2018. Institutional factors and farmers' adoption of conventional, organic and genetically modified cotton in Burkina Faso. *International journal of agricultural sustainability*, 16(1), 40-53pp. <https://doi.org/10.1080/14735903.2018.1429523>

Onwuegbuzie, A.J., Frels, R.K., 2015. Using Q Methodology in the Literature Review Process: A Mixed Research Approach. *Journal of Educational Issues*, 1(2), 90-109pp. <https://doi.org/10.5296/jei.v1i2.8396>

Pereira, M.A., Fairweather, J.R., Woodford, K.B., Nuthall, P.L., 2016. Assessing the diversity of values and goals amongst Brazilian commercial-scale progressive beef farmers using Q-methodology. *Agricultural Systems*, 144, 1-8pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.01.004>

Pires, A.P., 1997. Échantillonnage et recherche qualitative: essai théorique et méthodologique. *La Rech. Qual. Enjeux épistémologiques méthodologiques* 113–169pp.

Ramlo, S., McConnell, D., 2008. Perspectives of university faculty regarding faculty reading circles: a study using Q methodology. *The Journal of Faculty Development*, 22(1), 24-31pp.

Rogers, E.M., 2010. *Diffusion of innovations*. Simon and Schuster. 102pp

Sadler, G.R., Lee, H., Lim, R.S., Fullerton, J., 2010. Recruitment of hard-to-reach population subgroups via adaptations of the snowball sampling strategy. *Nursing & health sciences*, 12(3), 369-374pp. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2018.2010.00541.x>

Siddo, S., Moula, N., Hamadou, I., Issa, M., Issa, S., Hamani, M., Leroy, P., Antoine-Moussiaux, N., 2018. Q method to map the diversity of stakeholder viewpoints along agricultural innovation systems: a case study on cattle genetic improvement in Niger. *Archiv für Tierzucht*, 61(1), 143-151pp. <https://doi.org/10.5194/aab-61-143-2018>

Spielman, D.J., Hartwich, F., Grebmer, K., 2010. Public–private partnerships and developing-country agriculture: Evidence from the international agricultural research system. *Public Administration and Development*, 30(4), 261-276pp. <https://doi.org/10.1002/pad.574>

Vall, E., Blanchard, M., Diallo, M.A., Lecomte, P., 2012. L’innovation par simplification expliquée par le principe de moindre quantité d’action de Maupertuis: cas de l’intégration agriculture-élevage en Afrique soudano-sahélienne, 4pp

Van Exel, J., De Graaf, G., 2005. Q methodology: A sneak preview. Retrieved January 24, 2009pp

Waters-Bayer A, Veldhuizen L van, Wongtschowski M & Wettasinha C. 2009. Recognizing and enhancing processes of local innovation. In: Sanginga P, Waters-Bayer A, Kaaria S, Njuki J & Wettasinha C (eds), *Innovation Africa: enriching farmers livelihoods* (London: Earthscan), 239–254pp.

Watts, S., Stenner, P., 2005. Doing Q methodology: theory, method and interpretation. *Qualitative research in psychology*, 2(1), 67-91pp. <https://doi.org/10.1191/1478088705qp022oa>

Zabala, A., 2014. qmethod: A package to explore human perspectives using Q methodology, 11pp

Chapitre 2

Analyse participative des innovations dans les filières agricoles : cas de la filière porcine dans les départements de l’Ouémé et du plateau

Préambule

La caractérisation des discours sur l'innovation a mis en évidence la présence de deux grands types de discours concurrents. L'un insistait sur les défauts d'une innovation exogène, comme relevé dans notre introduction, et l'autre sur une vision plus optimiste des innovations alors considérées comme endogènes. Dans l'échantillon mobilisé, nous avons pu constater que chacun des discours se retrouvait porté par des acteurs des différents maillons de la filière. Bien que cette remarque n'ait en soi aucune prétention d'inférence statistique, elle nous a conforté dans l'hypothèse fondamentale du projet abritant ce travail de recherche, hypothèse selon laquelle les acteurs de la filière pourraient être joints dans un creuset commun d'échange afin de stimuler une innovation endogène.

Ce deuxième chapitre poursuit l'investigation par l'analyse participative des innovations à travers la filière. L'enjeu en est à la fois de caractériser une certaine évolution des pratiques au sein de différents maillons de la filière mais également de décrire les dynamiques sociales et économiques qui sous-tendent cette évolution, au sein de et entre les différents maillons. Pour cela, nous avons développé une méthodologie participative en quatre phases. Notre méthode intègre des outils dont : l'échantillonnage dit « en boule de neige », les enquêtes semi-structurées à base de checklist, les groupes de discussion focalisée, la notation par répartition proportionnelle, et le cadre d'analyse des systèmes d'innovation pour l'analyse participative des contraintes de la filière. Ces phases ont été complétées du diagramme des impacts, visant à un suivi dans le temps et mobilisé ici deux ans après la première analyse de filière, pour jauger l'impact du projet de plateforme d'innovation mis en œuvre dans l'intervalle (PIMAF-Porc Ouémé-Plateau). Ce chapitre est rédigé en anglais sous forme d'article et a fait l'objet d'une publication scientifique dans la revue « *Agricultural Systems* ».

Section études

Etude 2 :

Participatory innovation analysis along livestock value chains: case of swine value chain in Benin

Authors: Benoît GOVOEYI^{a,*}, Serge G. AHOUNOU^a, Aristide M. AGBOKOUNOU^b, Chakirath SALIFOU^a, , Ignace O. DOTCHE^a, Pascal S. KIKI^a, Issaka YOUSAO ABDOU KARIM^a, Nicolas ANTOINE-MOUSSIAUX^{c,*}

^a Polytechnic School of Abomey Calavi, Department of Animal health and production, Benin

^b Benin Center of Scientific and Technical Research (CBRST), Cotonou, Bénin

^c Fundamental and Applied Research for Animals and Health (FARAH), Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Belgium

*Corresponding authors

E-mail address: nantoine@uliege.be

2.1. Abstract

Rural poverty in Sub-Saharan Africa remains a huge challenge despite the numerous agricultural development policies implemented. As pork demand is growing in Benin, it is necessary to assess the state of the value chain (VC) to envision its development. A participatory approach is here proposed to join this assessment to a stimulation of innovation dynamics. Four stages are included: i) identification of actors and direct links along the VC, ii) characterisation of innovation practices, iii) identification of bottlenecks and opportunities using innovation system framework, and iv) measurement of agreement among VC actors about constraints and value-added sharing, using proportional piling tool. A second survey, one year after the first one, assessed the impact of actions conducted with VC actors. Based on innovation practices, typologies or “innovation profiles” were defined separately for three categories of actors: swine pig producers (n=134), pork butchers and gargotes (n=45) and input suppliers (n=25). Three innovation profiles were retained for each category, which may be understood as covering 2 distinct innovator profiles and one non-innovator profile. The profiles qualified as “innovators” accounted for 82%, 84%, and 76%, respectively in pig producers, pork butchers and gargotes and input suppliers. The lack of professionalisation appeared to actors as the major constraint. The Kendall’s coefficient of concordance (W) indicated that actors agreed to state that pork butchers and gargotes gained the most part of the value-added, followed by input suppliers. The second survey showed favorable impacts of the approach and follow-up activities on exchanges and organization within the VC. It is here advocated that the present participatory method, while characterising the value-chain in a rapid way, further sets the basis for the dialogue between actors and the stimulation of innovation along the VC, which can be further sustained through an exchange platform.

Keywords: participatory, swine value chain, innovation characterisation, Benin.

2.2. Introduction

The upgrade of food value chains in low and middle-income countries still stands as an important challenge to scientists and practitioners (Gómez *et al.*, 2011). However, the “top down” character of development programs is pointed as a cause of failure and generates many negative social effects (Berthet *et al.*, 2018). Indeed, governmental projects often ignore stakeholder’s involvement and therefore lack both efficacy and viability (Duteurtre and Faye, 2009). To counter this failure, participation or partnership concept engages dynamically multiple stakeholders for dealing with the complex and socially constructed issues surrounding sustainability (van Mierlo *et al.*, 2010). Investigating value chains by mobilising stakeholders’ participation raises trust among them and helps building innovative and sustainable solutions, as earlier developed under the concept of participatory market chain approach (Berthet and Hickey, 2018; Bernet *et al.*, 2011; Devaux *et al.*, 2011; Thiele *et al.*, 2009). Participation further helps to assess and increase the acceptability of interventions. This willingness to spur stakeholders’ participation in agricultural development has conducted to the ongoing multiplication of such participatory initiatives under the label of Innovation Platforms, which are becoming increasingly popular in development projects (Davies *et al.*, 2018, Schut *et al.*, 2018). Participation is expected to increase the efficiency, productivity and quality of research results for relevant and harmonious development (White and Pettit, 2007). Recent review of experiences have indeed highlighted the increase of social capital of stakeholders as the prime mediator of this change (Davies *et al.*, 2018).

The growing demand for animal products in Benin, together with the decrease of interest in agricultural activities, drove us to investigate livestock production in the country. Swine production is strategic since this represents fast production of animal protein compared with ruminants. Then, it has the capacity to reduce food insecurity and at the same time increase income and business activities. The swine value chain is identified as a key value chain in policy strategy documents (PSRSA-Benin, 2011). Particularly in the southern part of the country, it provides significant income to large diversity of business and institutions, contributing to poverty alleviation (Agbokounou *et al.*, 2016; Youssao *et al.*, 2008). Despite the growing demand and dynamic market, most of the actors in the sector do not duly benefit from their labor (Codjia and Assogbadjo, 2004). In addition, the lack of positive interactions between actors within and between different levels of the value chain inhibits the development of innovative processes (Wanyoike *et al.*, 2015; Rich *et al.*, 2009).

The present work fits into a wider intervention, within the scope of Innovation Platforms that aims at stimulating endogenous innovation, both technical and organisational, along the swine value chain in Benin. More precisely, taking place in the early steps of the intended stimulation, the study aims at identifying the relevant strategy by providing a better understanding of ongoing innovation processes

and constraints throughout the chain (Schut *et al.*, 2018). To this end, this study proposes a methodology in four steps to analyse the swine value chain with a focus on identifying and understanding innovation behaviours of actors. By this methodology, stakeholders are integrated through participatory research, adopting here a particular innovation-oriented focus within the wide array of VC methodologies (Trienekens, 2011). Innovation as an evolutionary process is highlighted in stakeholders' activities of the swine value chain to identify ways forward, through internal organisation or with participation of external supports (Maru, 2018). To assess the impact of the methodology itself on the value chain, a second survey was conducted three years after the first process.

2.3. Material and Methods

2.3.1. Study area

This study has been conducted in two departments of Southern Benin, the Ouémé and the Plateau. The study area was divided into 3 zones based on the agro-climatic conditions (Fig. 1). Porto Novo is a coastal region with 1000-1400 mm of rainfall where improved breeds are raised in confined flocks. Vallée area is dominated by a floodplain with 1100 to 1300 mm of rainfall. The zone of plateau is widely represented by plateau where rainfall varied from 1087 to 1132 mm (Sossou-Agbo, 2013). In the two last areas, stockbreeding practices are dominated by free-ranging flocks of local breed. Districts were then chosen in each zone based on these a priori knowledge of stockbreeding practices and of the presence of different links of the swine value chain (pig producers, pork butchers and gargotes, traders/brokers, input suppliers, veterinary services, draff sellers), as collected from professional organisations and livestock support services. Hence, the study zone of Porto-Novo included the districts of Sèmè Podji, Porto-Novo and Adjara. The zone of Vallée included the districts of Dangbo and Bonou and the zone of Plateau included the districts of Sakété and Kétou.

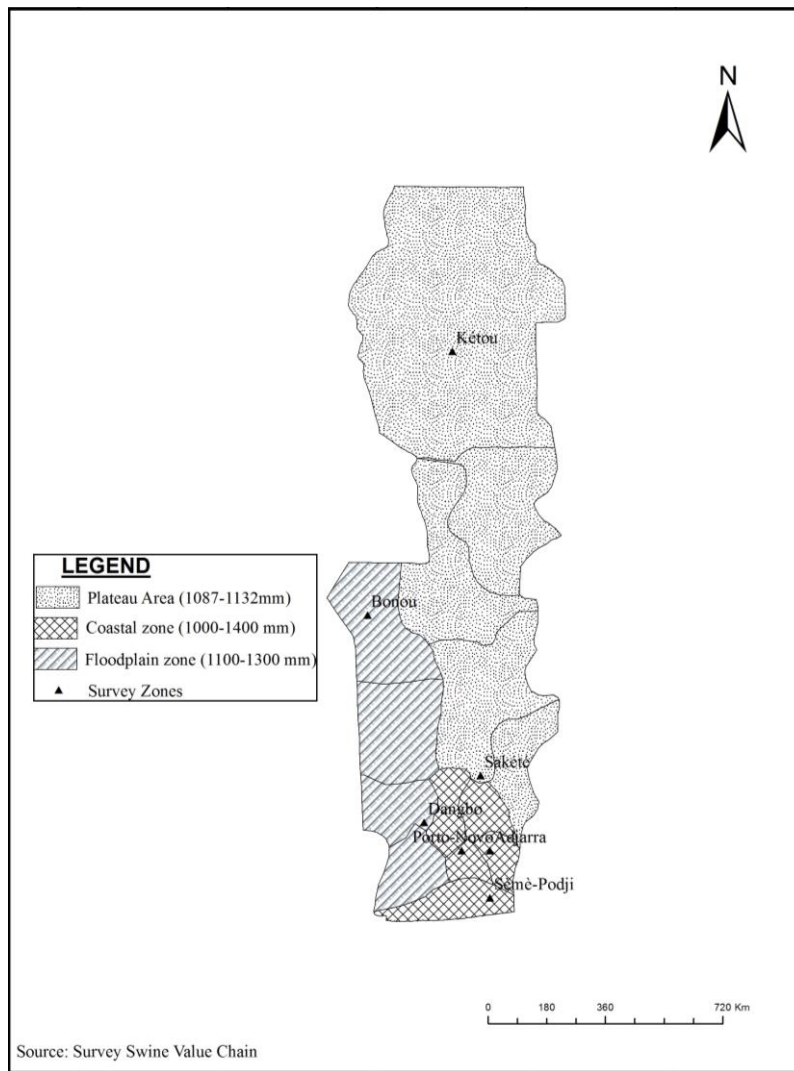


Figure 1: Study areas of Ouémé and Plateau departments, South-east Benin

2.3.2. Target groups

The principles of triangulation and saturation in participatory analysis make it necessary to involve a diversity of stakeholders for crosschecking information. Therefore, in the present study, the different stakeholders of the swine value chain are involved in each of the targeted districts (Table 1). Interviewed actors of the swine value chain were identified through progressive on-site sampling, partly guided through the recommendations of actors already met (known as respondent-driven or snowball sampling). The different categories were pig producers, traders/brokers, pork butchers and gargotes, draff sellers (used as pig feed), feed millers, as well as support services active in the livestock sector (field agents from technical services and micro-credit agencies). In the zone of Porto-Novo, harbouring the direction of technical services, key managers of the latter services were recruited as participants. A diversity of profiles was also sought inside each category of actors in an attempt to represent the whole

range of practices in the different links of the value chain. The possibility for missing particular profiles have been checked by confronting the final sampling with key-informants and non-sampled stakeholders.

Table 1: Characteristics of sampled swine value chain stakeholders in South-east Benin.

Variables		Stakeholders					Significance
		Stock-breeders	Pork butchers and gargotes	Pig retailers	Input suppliers	Support services	
Number by study zone	Porto-Novo	58	21	9	13	7	
	Plateau	38	12	6	6	4	
	Vallée	38	12	6	6	4	
	Total	134	45	21	25	15	
Mean age (years)		47.3±9.8	43.4±8.1	48.7±5.7	44.0±15.1	39.0±10.6	NS
Marital status (%)		97.7	100	80	100	100	NS
Children mean (n)		5.9±3.3	4.6±2.8	5.6±1.9	3.5±3.1	3.0±1.4	*
Women involvement (%)		7	13	0	21	0	NS
Farming Experience (years)		22.0±9.6	25.1±10.7	30.9±10.4	12.0±8.1	15.0±10.8	*
Religion (%)							
- Christian		58	46	38	59	86	NS
- Traditional beliefs		42	54	62	41	0	NS
- Muslim		0	0	0	0	14	NS
Co-op member (%)		82	44.4	100	44.0		NS

NS: no statistical significant

2.3.3. Overall design of participatory process and validity principles

Surveys were conducted from February to October 2014. The approach was divided in four steps (Fig. 2), which are described in further detail here below. First, the different value chain links and actors were identified in each district and swine value chain organisation was characterised through in-depth individual semi-structured interviews with stakeholders. Second, individual interviews were conducted to highlight innovations undertaken in the last 10 years in each type of activity. Third, the Innovation System framework (van Mierlo *et al.*, 2010; Geels, 2004) was applied to conduct reflexive workshops to identify opportunities and challenges linked to stakeholders' activities, as well as their attitudes and behaviours facing those. Fourth and finally, focus group discussions were held with representatives of different professional associations in the three zones to gather stakeholders' agreement upon relative priority of challenges and opportunities, as well as the repartition of value added along the chain. Detailed reading of exchanges in focus groups allowed identifying recurrent arguments and interpreting the gathered data.

On May 2017, a second survey was conducted in three focus groups by using the fourth step to observe potential outcomes of different actions led with the value chain actors in terms of changes of behaviours.

Throughout the investigation process, validity of results was ensured, including the avoidance of major biases in sampling, through a strict application of the triangulation principle. In individual interviews, actor's own information was crosschecked with direct observations of the researcher and with documents when available. Stated information about history and context was crosschecked between independent interviews. In focus group discussions, triangulation was applied by crosschecking the main outputs between focus groups discussions and with short individual interviews with at least three independent interviewees. The saturation principle applied to the sampling of individual interviews of pig producers, meaning that no additional interviewee was sought when information gathered became repetitive despite the search of distinct situations. For other stakeholders, who are less numerous, the sampling aimed at reaching a maximal number of actors, actively seeking a diversity of situations.

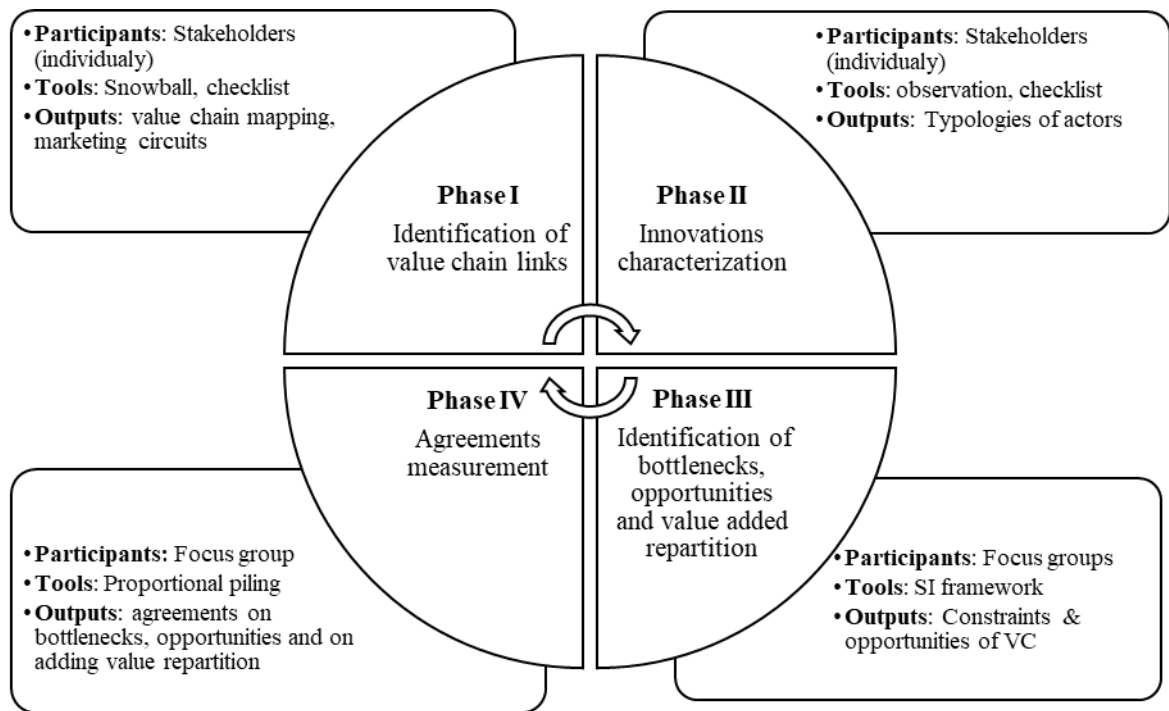


Figure 2: Step-wise approach for participatory value chain analysis

2.3.4. Step I: The value chain links identification

The purpose at this stage is to map value chain links and the trade patterns of live animals and products. The trader/broker was taken as a starting point. The checklist for these semi-structured interviews included: identification and description of direct and indirect stakeholders, VC governance (vertical and horizontal coordination mechanism), including different professional organisations of stakeholders, their functioning and history. All data collected at this step were qualitative in nature. Each actor was also asked to provide contact information of his business relations. The cited stakeholders were then contacted in order to identify all actors, who are horizontally or vertically involved. This phase lasted two months (February to April) due to actors' availability. A total of 134 pig producers, 45 pork butchers and gargotes, 21 pig traders, 25 input suppliers and 15 support services agents were interviewed, as compiled in Table 1.

2.3.5. Step II: Innovations characterisation

Previously interviewed stakeholders were contacted again, focussing on the pig producers (n = 134), pork butchers and gargotes (n = 45) and input suppliers (n = 25), for individual semi-structured interviews and observation of their activity. This part of the study was conducted from April to June 2014. The goal was to characterise innovations implemented by stakeholders. An innovation was considered in the discussions with stakeholders as “any change in their practices or the way they

organise their work, individually or with others”. Innovations were considered as adopted only in cases where it could be confirmed by direct observation of the researcher or triangulated through other sources. The description of the change was then compiled in the narrative form and modalities Yes/No were used to confirm or not the actual implementation.

2.3.6. Step III: Identification of bottlenecks and opportunities

In each study zone, one half-day focus group discussion was held with key-actors identified during step I, hence a total of three focus group discussions. Each of those group discussions gathered 28 persons, presenting the same balance between stakeholder types: 12 pig producers, 7 pork butchers and gargotes, 3 traders/brokers, 2 input suppliers and 4 support services. The discussions were facilitated with the collaboration of main organisations in the three zones. The purpose at this step was to identify bottlenecks (defined with interviewees as challenges and constraints they face in their efforts for improving their income) and to explore businesses opportunities. The expression of the views of all participants was ensured through a process based on the collection of short written contributions to key-questions and short oral contributions going around the table. In addition, the animator paid attention to elicit a diversity of views and manage dominant speakers by distributing speech times.

The Innovation System framework has been retained for this step because of its reciprocity, reflexivity and feedback mechanism features (Van Mierlo *et al.*, 2010). The method is based on the use of a matrix to animate discussion and guide reflexions. The matrix displays columns representing sectors of activity and rows listing the dimensions along which bottlenecks and opportunities had to be identified (Van Mierlo *et al.*, 2010).

This matrix defines 7 categories:

- i) Physical infrastructure that actors need to function (communication tools used by actors, researchers availability, government responsibility in addressing infrastructural need);
- ii) Know-how infrastructure (how the creation and the use of knowledge is organised, training, education, the value chain facilitates or obstructs access to development of research);
- iii) Hard institution (formal institutional mechanism which may hinder the value chain: laws, regulation);
- iv) Soft institution (social value and norms, willingness to share information, economic context and the way business is done);
- v) Interaction (strength or weakness, motives and modalities);

- vi) Capabilities (adequate labour qualifications, entrepreneurship, capability to adapt to new technologies);
- vii) Market structure (monopoly, oligopoly, transparency, supply and demand).

The matrix was represented on a flipchart sheet for stakeholders' readability. After explanation of the matrix, stakeholders based on their knowledge and experiences were asked to write down in cells and to present to the group the main bottlenecks, as well as the relevant opportunities of their businesses. Discussions in groups have allowed selecting the commonly identified bottlenecks and opportunities.

2.3.7. Step IV: Agreement measurement and attitudes

The last step aimed at measuring participants' agreement on different subjects addressed in focus groups discussions. The same composition of focus groups as in step III was applied, gathering the same participants on a second occasion. Also, the same animation techniques were implemented to facilitate the expression of all viewpoints. The objective pursued in this phase was to get a shared point of view of all stakeholders about the relative importance of challenges and opportunities. This step mobilised the proportional piling tool as follows: interviewees were asked to distribute a hundred counters between the different categories of challenges first and then opportunities (represented on a flipchart by labelled circles), according to the priority they ascribed to each. The tool was also applied to study the repartition of value added along the value chain, the counters being then distributed among circles representing value chain links, according to the share of the value added perceived to be gained by actors of each link.

2.3.8. Impacts diagram

Between the first and second survey, trainings, meetings, exchanges visits and contact were established between stakeholders via a WhatsApp group of discussion in an attempt to stimulate innovations along the value chain. The objective of this part of the study was to assess the impacts of the proposed approach, using the present method for the follow-up of changes. Hence, focus group meetings were held on May 2017 in the three zones, taking half a day each. It brought together the same representatives of professional organisation who had been gathered in the fourth step of the study. Participants had to focus on i) the identification of the methodology outcomes and ii) ranking these outcomes by using proportional piling according to the frequencies of occurrence of impacts.

2.3.9. Data analysis

From step I, interview notes and recordings were transcribed in commented narratives about VC organisation. These narratives were then analysed through the following categories: actors and

activities, governance, and marketing chain (product flows). This information has been summarised in a textual description and a diagram of VC.

Step II collected a description of innovations as implemented by a variety of stakeholders. Innovations were listed and similar innovations were gathered under a common descriptive innovation name. For each category of actors, innovations were then coded as binary variables (modalities: implemented or not implemented). Descriptive statistics, multiple correspondence analysis (MCA) and hierarchical classification analysis (HCA, ward's algorithm) were then performed to establish actors' profiles based on the innovations they had implemented (package FactoMineR, function MCA and HCPC). All gathered innovation variables were inserted in MCA and HCA for each actor category, i.e. 12 variables for pig producers (n = 134), 9 variables for pork butchers and gargotes (n = 45), and 9 variables for input suppliers (n = 25). Table 2 presents variables used. Hence, innovator profiles were established separately for pig producers, pork butchers and gargotes and input suppliers based on the full set of innovations identified for each. Chi-square tests were conducted to evaluate the dependency between typological groups and categorical variables as well as between these variables.

From step III, bottlenecks and opportunities were qualitatively described and classified with stakeholders along the innovation system matrix (Van Mierlo *et al.*, 2010).

The semi-quantitative data obtained through proportional piling in step IV was subject to an assessment of the degree of agreement between interviewees. This assessment was realised by computing Kendall's coefficient of concordance (W), which was obtained through permutation test (package vegan, function *Kendall.global*, function *Kendall.post*) with the correction for *ex aequo* scores (Legendre, 2005).

Table 2: Frequency of observed technical and organizational/institutional innovations along the swine value chain in South-east Benin by stakeholder type

	Innovations description	Frequency
Breeders (n= 134)		
Technical	Raising exotic crossbred	87(64.9%)
	Building pigsty	85(63.4%)
	Foot bath for biosecurity	72(53.7%)
	Veterinary follow-up	2(1.4%)
Organizational / Institutional	Active participation in association	110(82%)
	Selling animals through co-ops	110(82%)
	Paying a membership fee	81(60.4%)
	Paying social share	81(60.4%)
	Bulk purchase	77(57.4%)
	Tontine to fund herd size increase	75(55.9%)
	Taking part in exchanges and visits	30(22.3%)
	Contract with butchers and gargotes	3(2.2%)
Pork butchers and gargotes (n= 45)		
Technical	New preparation of pork meat	41(91.1%)
	Clean, aerated, hard-wall restaurant	38(84.4%)
	Veterinarian inspection	38(84.4%)
Organizational / Institutional	Other activities out of pig VC	38(84.4%)
	Planning for credits payment	21(46.6%)
	Active participation in association	20(44.4%)
	Tontine to support cash flow	18(40%)
	Paying a membership fees	12(26.6%)
	Contract with pig producers	2(4.4%)
Input supplier (n=25)		
Technical	Using modern feed mill	13(52%)
	Computerized stock management	11(44%)
Organizational / Institutional	Selling feed on credit	20(80%)
	Diversification out of pig VC	20(80%)
	Active participation in association	11(44%)
	Paying a membership fee	9(36%)
	Contract with pig producers	9(36%)
	Subcontracting for large company	7(28%)

2.4. Results

2.4.1. Step 1: Identification of links of the value chain

2.4.1.1. Sampled actors

An overview of characteristics of swine value chain actors and their household is provided in Table 1. The ages of the actors are similar at the different value chain links ($p>0.05$). No women are involved in pork butchering and pork retailing. Actors interviewed in these two activities mostly belong to co-operatives.

2.4.1.2. Swine value chain mapping

The different actors of the value chain are presented in Figure 3. The value chain is simple and stakeholders can be easily identified, although marketing channels may be complex, as described here below. Pig producers appeared to be the most numerous and widely scattered actors of the value chain. This was acknowledged by pig producers themselves and confirmed by other actors. Pork butchers and gargotes are less numerous and better organised. The direct upstream sector is characterised by a quasi-monopsonistic configuration regarding mixed feed and veterinary drugs, with one major actor concentrating both activities. Other actors are private veterinary technicians, public veterinary services, small-scale sellers of raw material for feed, as well as draff sellers. No private actor had specialised in the supply of genetics.

In the category of indirect actors, the ministry of agriculture, animal husbandry and fisheries, represented by extension services in different districts, plays the role of technical support and provider of improved breeds of swine. However, these genetic services had a very weak outreach due to costs felt as far too expensive by interviewed pig producers. Direct import of improved breeds from Nigeria then came as the main practice for genetic improvement, conducted by individuals or small cooperatives. Three private microfinance institutions could be identified for financial supports. However, according to stakeholders, “*capital requirement of financial institutions do not encourage investment in animal production*”, which these institutions justify by “*the difficulty to recover the loans*”.

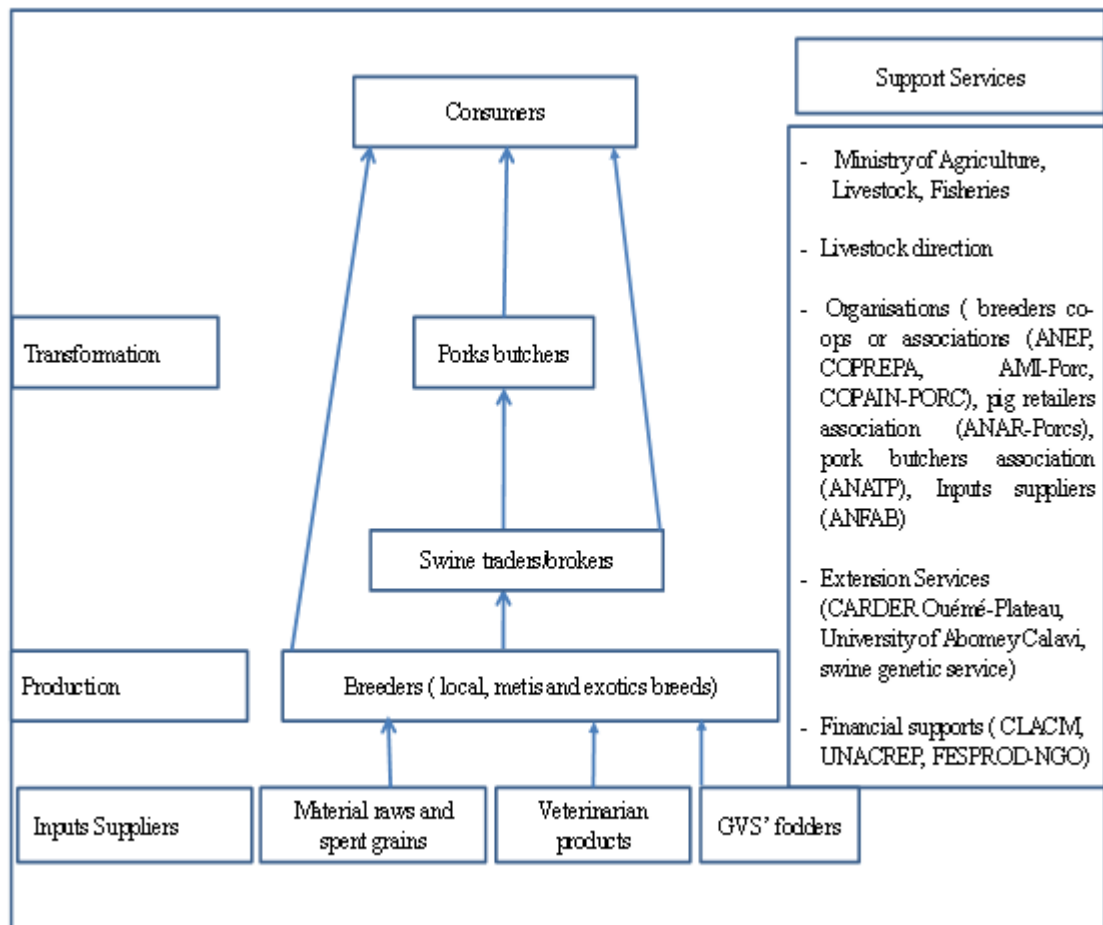


Figure 3: Overall mapping of swine value chain and marketing channels in South-east Benin

2.4.1.3. Roles of direct stakeholders

2.4.1.3.1. Input suppliers

In input suppliers' shops, bagged livestock feed and veterinary drugs for different animal species are exposed (Fig. 4). Some of input suppliers use mills and mixers to make feed. Those who do not own mixers or mills, subcontract bagged feed with others input suppliers. To build customer loyalty, these actors often sell their products on credit.



Figure 4: Animal feed and veterinary products exposed in input suppliers shops

2.4.1.3.2. Draff sellers

Draff (Fig. 5) is used widely in pig feeding in the both departments. It is sold on roadsides, in bags that farmers bring from their farms. The relative importance given to this product raised the cost of the bowl from 150 XOF to 400 XOF in two years.



Figure 5: A sale outlet of draff

2.4.1.3.3. Pig producers

Pig farming in the departments of Ouémé and Plateau is mainly family-type with an average number of 3.7 ± 3.5 sows and 1.8 ± 0.8 boars. Pig farming is a secondary activity and different socio-professional classes invest in this production (Fig. 6). In both departments, there are also professional breeders' cooperatives specialized in improved breeds farming.



Figure 6: Pig in pigsties in Bénin context

2.4.1.3.4. Retailers/brokers

Local pig producers do not sell often their animals in livestock markets (Fig. 7). They have generally pork butchers and gargotes as customers who buy animals at farm. Pigs' retailers in market may also be considered as brokers when they sell animals of other retailers in order to perceive commissions. Retailers import animals that cost less than those sold on spot. Animals are imported from the north of Benin or from bordering countries. Pork butchers and gargotes who can afford, also buy animals from these areas (north Benin and bordering countries). In areas from where animals are imported, pork is sometimes a taboo and population are dominated by muslims, for instance north Benin or North of Togo.



Figure 7: Pigs exposition in livestock markets

2.4.1.3.5. Pork-butchers and gargotes

These actors sell prepared meat (Fig. 8). In pork-butcheries and gargotes, grilled meat is sold increasingly. Fried meat and meat prepared in sauce are other types of pork preparations. Some butchers and gargotes also sell sausages. Consumers eat on the spot or buy take-away meat dishes. The drinks are sometime sold in pork-butcheries and gargotes. There is no contract between these players and pig producers who supply them in live pigs. Also, there is no contract between them and animal retailers. Pork butchers and gargotes pay back their suppliers only after the meat has been sold. Compared to other actors in the sector, they are fewer in number.



Figure 8: Porks prepared for selling in pork-butcheries and gargotes

2.4.1.4. Governance in the value chain

The different links of the VC are conducted by umbrella organisations established by the government in the aftermath of the first outbreaks of African swine fever in 1997. Four national associations were created to organise stakeholders, to serve as an intermediary with the government, and to defend the interests of the profession. These four associations hence organised separately pig producers (ANEP), pork butchers and gargotes (ANATP), feed suppliers (ANFAB), and pig traders (ANAR-Porc). These are structured at the national level with antennas in each department and even districts. The status of their functioning nevertheless differs between associations. The ANATP and ANAR-Porc still hold a very active role in the VC while stakeholders point to the ANEP and ANFAB as presently inactive and needing a renewal of its governance.

Facing this inactivity, in some districts, private co-operatives have been established on the producers' own initiative. For instance, three active co-operatives were identified in Adjara: COPEPRA (16

members), AMI-PORC (37 members), and COPAIN-PORCS (14 members). One was localised in Dangbo: Affossogbé (11 members). Members come together each week. Social shares and membership fees are paid, which are used for buying farming inputs. Exchange visits are organised for experience sharing between members. Group saving (*tontines*) is also organised for providing appropriate investment in pig producing activity.

2.4.1.5. Swine marketing channel

In total, twenty-seven sub-chains of swine marketing may be described. The most frequent path is as follows: *pig producers -trader-pork butche and gargotes-consumer*.

Consumers buy mainly cooked meat from pork butchers and gargotes in specialised restaurants. Seldom, pork is bought as a take-away food to be consumed at home. Only in important religious ceremonies (funerals, baptism, first communion, wedding), live animals may be bought from pig producers or trader/broker to be slaughtered at home and cooked for guests. Cooked pork in restaurants is thus the dominant outlet. Fresh meat selling is not frequent and the term “pork butcher and gargotes” is there used as a synonym of restaurant holder. Pork butchers and gargotes are a pivotal link in the VC, being well organised and concentrating the quasi-totality of animals’ flows. Stakeholders identified this group as the one dominating the VC, despite the monopsonistic situation at the input providers level.

Traders buy live animals at local markets or in neighboring countries (Burkina Faso, Niger, Nigeria, and Togo) for resale at the final urban market. They may commission middlemen to sell animals on final markets and mobilise their relationships network to reach buyers, mostly pork butchers and gargote, i.e. restaurants holders. The latter may also import swine directly through the same routes, without any recourse to middlemen and traders.

2.4.2. Step II: The value chain actors’ innovation characterisation

2.4.2.1. On-going innovations

Across the three zones, pig producers’ group allowed identifying 12 innovations, while the butcher and gargote group delivered 9 innovations and input suppliers 8 innovations (Table 2).

2.4.2.2. Pig producers (n=134)

From pig producers, 4 technical and 8 organisational innovations were identified. As for technical innovations, “*raising exotic crossbred*” was observed 87 times, “*building pigsty*” 85 times, and “*foot bath for biosecurity*” 72 times. As regards organisational innovations, “*belonging to an association*” was the most cited, with 110 occurrences. All adherent pig producers sold their animals through their

association. These associations further enabled actors to adopt innovations as group saving or group purchase of feed to access bulk pricing. Nevertheless, only around two-thirds of adherent pig producers did have recourse to those innovations. Over the 72 pig producers having adopted biosecurity measures, 71 belonged to associations and, over the 24 non-adherent pig producers only one had adopted biosecurity measures (Chi-square, $p < 0.001$). Pig producers also commonly took part in exchanges of information and mutual visits, with 30 occurrences.

Innovations like “*contract with pork butchers and gargotes*” and “*veterinary follow-up*” received less attention. According to stakeholders’ narratives, veterinary services are considered “too expensive” and contract commitments as an “irrelevant practice to small-scale farmers”.

2.4.2.3. Pork butchers and gargotes (n=45)

Three out of 8 innovations of pork butchers and gargote were technical in nature. Most interviewed butchers and gargote (38) mentioned the recourse to a veterinarian inspection as an innovation, which in fact has been implemented through legal obligation. The most prevalent endogenous innovation was the investment in “*new preparation of pork meat*”, with 41 occurrences. Pork butchers and gargote specialised themselves increasingly in grilled pork, which was the most appreciated preparation. A minority also had diversified to prepare pork sausage to valorise a more diverse set of animal parts. This illustrates the variety of consumers’ taste and the diversification of the offer, which was before restricted to fried pork or pork soup. As for organisational innovations, “*diversification of activity*” to resist to shocks was the most observed (38). To support cash flow, 18 adhesions to saving groups (*tontine*) were observed and the active engagement in a voluntary association was observed 20 times. The goal of these voluntary associations is mainly sharing information and maintaining group solidarity. No involvement of these associations in buying, selling or contracting was reported. The adhesion to most of these groups was subject to the payment of a membership fee (12 membership fee payments over 20 associations). Several butchers and gargotes described having newly adopted a financial planning to make sure they reimburse animals paid on credit. Two butchers and gargotes began establishing contracts with pig producers.

2.4.2.4. Input suppliers (n= 25)

Input suppliers reported two technical and six organisational innovations. Eleven suppliers had adopted a computerised stock management and thirteen had invested in a modern feed mill. As for organisational innovations, twenty input suppliers had diversified their activities outside of the swine VC. Nine had established contracts with pig producers and seven of them had begun acting as a sub-contractor for the dominant feed company. Eleven input suppliers participated in associations, the adhesion to which was

conditioned by the payment of a fee. However, 2 actors did not pay a membership fee, temporarily, due to financial constraints, which was accepted by the group.

2.4.3. Typologies of actors according to innovation

The results from the three multiple correspondence analyses (MCA) and hierarchical clustering analyses (HCA) are described here under for each of the three stakeholder groups: pig producers, pork butchers gargote, and input suppliers. For all three MCA, two axes were retained for analysis, conserving 62.4 %, 51.2 %, and 58.6 % of total sample variability in pig producers, pork butchers and gargotes and input suppliers, respectively. The statistically significant dependence between variables and the first two axes from each MCA, as established through variance analysis, are mentioned in Table 3. From HCA, three groups were retained for each actor category, pig producers conserving a variance between groups of 80% of total variability, pork butchers and gargote 71.5% and input suppliers 55.6%. Table 4 shows variables characterising statistically the partition of clusters. Figure 9 (A, B, C) represents, for each actor category, the groups as established through HCA on the 2 MCA-defined axes.

Table 3: Coefficients of correlation between innovations and the first two axes of principal component analysis in three categories of stakeholders of swine value chain in South-east Benin.

Stakeholders	Variables	Axis 1	Axis 2
Pig producers	Social share	0.8***	-
	Bulk purchase	0.8***	-
	Crossbreeding	-0.6***	-
	Building pigsty	-0.6**	-
	Biosecurity	-0.4**	0.1
	Exchanges/visit	-0.2	-0.0
	Adhesion to associations	-	0.8***
	Sale through co-operatives	-	0.8***
	Work under contract	-	-
	Veterinary follow-up	-0.0	-0.0
Pork butchers and gargotes	Hard-wall restaurant	-0.9***	-
	Veterinarian inspection	-0.9***	-
	Credit payment planning	-	0.5**
	New preparation of pork	-	-0.2
	Diversification	-0.9***	-
	Adhesion to associations	0.1	0.4*
	Membership fees	-	-
	Group saving (tontine)	0.1	0.3
	Work under contract	-	0.2
	Inputs suppliers	Membership fees	-0.7***
Adhesion to associations		-0.6**	-
Subcontracting		0.4*	-
Diversification		0.3	0.5*
Sell on credit		-0.3	-0.5*
Computerized stock		-	-
Modern feed mill		-	-0.2
Contract with pig producers		-	-

p* value <0.05, *p* value <0.01, ****p* value <0.001, - Axis not correlated to innovation mentioned

Table 4: Repartition of sampled swine value chain stakeholders of South-east Benin in clusters according to the most relevant innovations

Stakeholders	Variables	Clusters		
		1	2	3
	Number	67	24	43
Pig producers	Social share	100	-	0
	Membership fees	100	-	0
	Adhesion to associations	100	0	100
	Sale through co-ops	100	0	100
	Bulk purchase	98.5	-	0
	Tontine	92.5	-	-
	Crossbreeding	92.5	-	25.5
	Pigsty	91	-	25.5
	Biosecurity	86.5	16.6	23.2
	Exchanges / visit	40.2	-	2.3
Pork butchers and gargotes	Number	13	25	7
	Adhesion to associations	100	24.4	-
	Tontine	84.6	24.4	-
	Diversification	-	100	0
	Veterinarian inspection	-	100	0
	Hard-wall restaurant	-	100	0
	New preparation of pork	-	100	-
Input suppliers	Number	14	6	5
	Diversification	100	-	0
	Sell on credit	100	-	0
	Adhesion to associations	14.2	100	-
	Subcontracting	7.1	66.6	-
	Membership fees	-	100	-

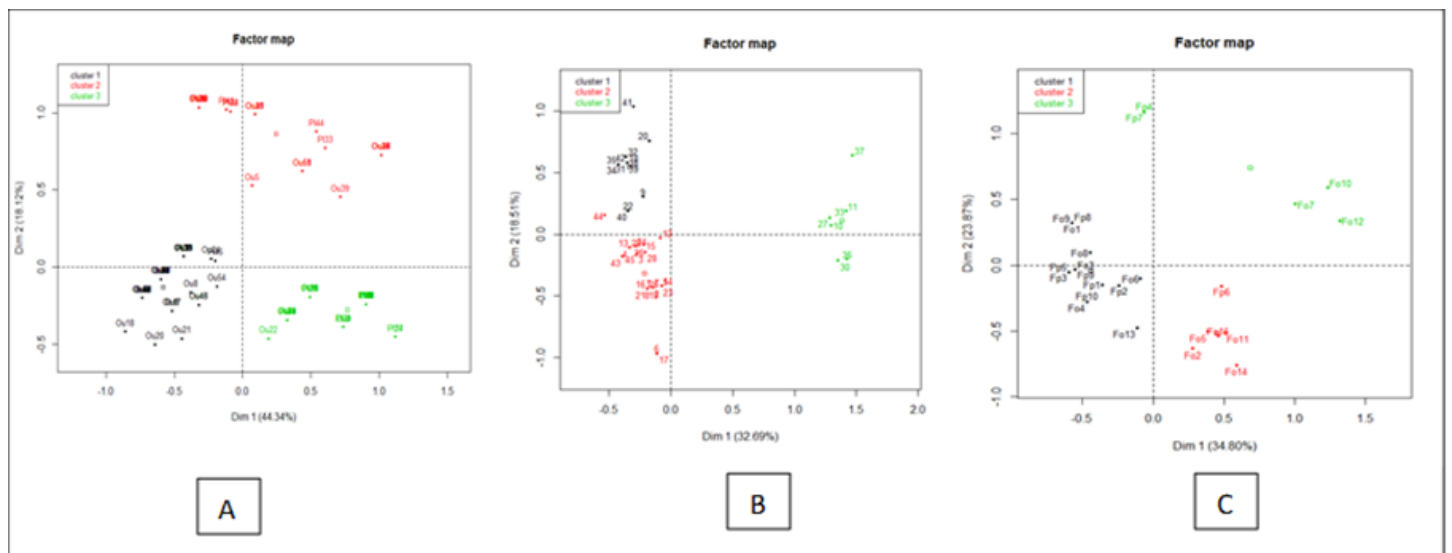


Figure 9: Repartition of sampled swine VC actors based on current endogenous innovations

2.4.3.1. Pig producers

For pig producers, axis 1 is negatively correlated to the adoption of crossbreeding and biosecurity measures, as well as to the building of pigsty ($p < 0.001$) (Table 3). It is positively correlated to the payment of social shares and the bulk purchase. Axis is mainly characterised by its positive correlation with the adhesion to associations (hence, to the sale through co-operatives).

Pig producers' clusters are partitioned by their adhesion to associations (hence, sale through co-operatives), the payment of social share, the bulk purchase, and the crossbreeding ($p < 0.001$). The building of pigsty and adoption of biosecurity are also significantly partitioning the clusters ($p < 0.01$). Cluster 1 ($n=67$, 50 %) presents an overall innovative behavior but does not widely practice exchanges and visits. Cluster 2 ($n=24$, 18 %) is characterised by high positive values on axis 2, indicating their overall non-innovating behavior despite their adhesion to association but 4 of them were nonetheless interested in biosecurity measures. Crosschecking with their detailed interview data revealed that these pig producers are frequently affected by swine diseases and are located in peri-urban. Cluster 3 ($n=43$, 32 %) gathers stakeholders belonging to co-operatives but not participating financially and therefore not benefitting from joint actions, except the sale of animals. Their interest in associations first lied in the latter aspect and partially in learning about technical innovations as crossbreeding, pigsty and biosecurity.

2.4.3.2. Pork butchers and gargotes

For pork butchers and gargotes, axis 1 is negatively correlated to the adoption of veterinary inspection, diversification and hard-wall restaurants. Axis 2 is positively correlated to the planning of credit payments and the adhesion to associations (Table 3).

The clusters of pork butchers and gargotes are partitioned by 5 innovations: hard-wall restaurant, veterinarian inspection, diversification, adhesion to associations and new preparations of pork ($p < 0.001$) (Table 4). Cluster 1 ($n=13$, 29 %) gathers pork butchers and gargotes having mainly adopted organisational innovations, i.e. adhesion to associations and tontines. Butchers and gargotes from cluster 2 ($n=25$, 55 %) have adopted most of technical innovations but proved less interested in collective actions. Crosschecking of individual interview data revealed this cluster mainly gathered peri-urban restaurants, rather isolated and located on the main roads. Cluster 3 ($n=7$, 16%) gathers pork butchers and gargotes not showing any innovation behavior.

2.4.3.3. Input suppliers

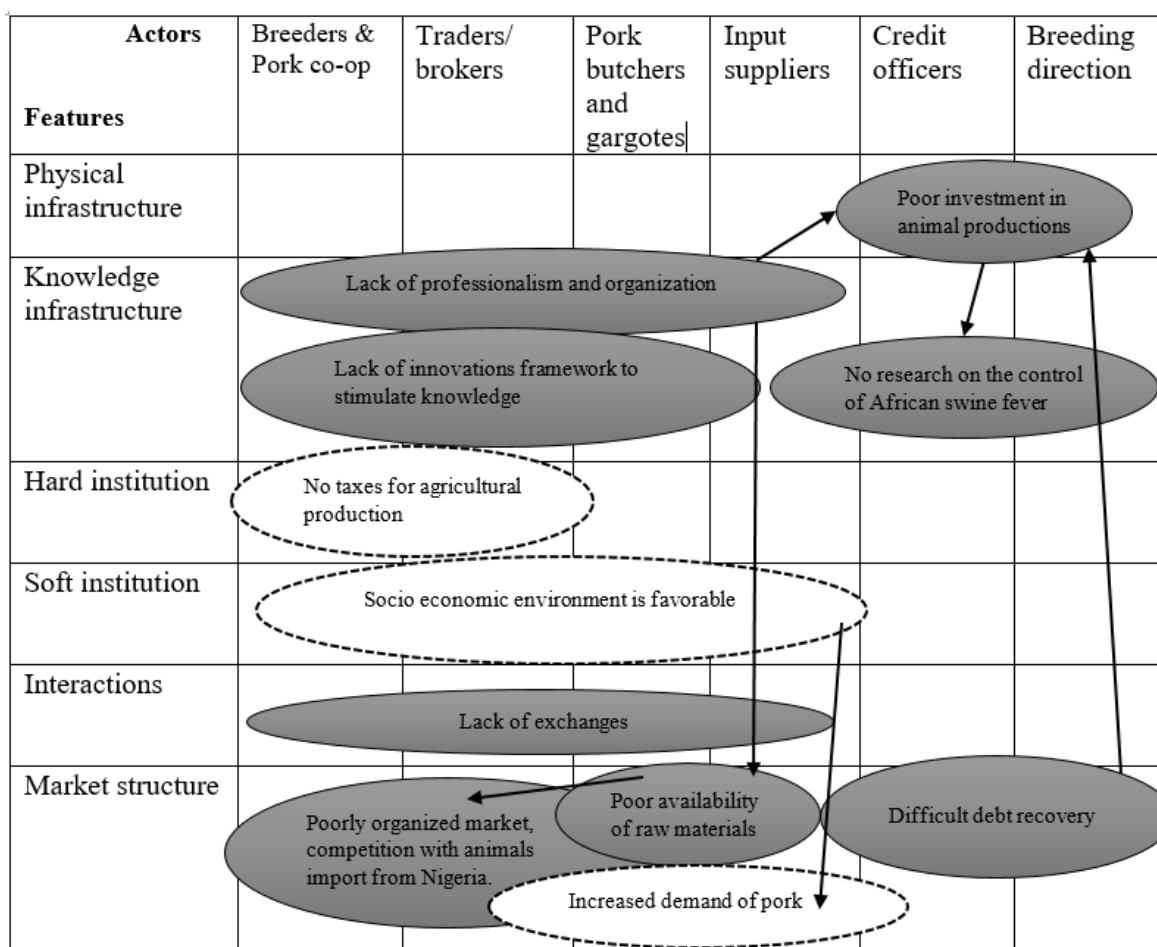
As for inputs suppliers, both axes are negatively correlated to the sale of feed on credit. Axis 1 is characterised by a negative correlation with the adhesion to association (hence the payment of membership fees) and positive correlation with the subcontracting for a large company. Axis 2 is characterised by its negative correlation with the use of modern feed mills and positive correlation with diversification (Table 3).

The clusters of input suppliers are partitioned according to the diversification, the sale of feed on credit, the adhesion to associations (hence, payment of membership fees), and the subcontracting for a large company ($p < 0.001$) (Table 4). Input suppliers from cluster 2 are much more attached to organisational innovations than input suppliers from cluster 1, who are the most interested in business arrangements. Input suppliers from cluster 3 are not interested in innovations.

2.4.4. Step III - Bottlenecks and opportunities identification

Focus group discussion identified the lack of professionalism and organisation of actors as relevant knowledge infrastructure issue at different level (Fig. 10). The absence of a vaccine against African swine fever was cited in this category as swine production limit. The poor investments in animal production by the government had been indicated to be at the origin of these issues. The lack of innovation framework for reinforcing stakeholders' capacity was also pinpointed, which was further complicated by the lack of exchanges between actors. For market structure, the swine market circuit was depicted as poorly organised and dominated by importations from neighboring countries. Input suppliers and pork butchers and gargotes considered the poor availability of raw materials for animal feeding as the major issue. For these actors, the external market of live pig rivals the internal market because raw materials used for pig feeding are more readily available in the countries from where animals are imported. According to microfinance agent, the nonpayment of debts do not encourage investment of resources for swine market revitalisation.

As opportunities, stakeholders agree on the fact that the overall socio-economic context (economic growth) is favorable for swine production in the two departments. The increasing demand of pork thus appeared as a market opportunity. The agricultural productions in Benin are not subjected to taxes.



 Opportunities;
  Bottlenecks;
  Relation

Figure 10: Focus group’s output on the analysis of opportunities and constraints along the swine value chain in South-East Benin

2.4.4.1. Step IV - Measurement of agreements about bottlenecks, opportunities and repartition of value added

A consensus emerged about the proportional repartition of the value added among stakeholder categories: pork butchers and gargotes ranked first, input suppliers second, pig traders third and pig producers last (Table 5). This consensus was reached rapidly in focus group discussions without noticeable conflicts. The Kendall’s coefficients of concordance on these opinions and for opportunities generated by the VC indicated high levels of agreement between actors (inter zones: 0.8 for value added repartition, 0.7 for opportunities). The level of agreement on bottlenecks indicated more divergent agreements, indicating that bottlenecks are analysed differently across the value chain, as also observed in Step III.

Table 5: Stakeholders’ agreements on bottlenecks, opportunities and repartition of value-added along the swine value chain in the three study zones of South-east Benin.

Zones	Kendall’s coefficient of concordance (W)					
	Bottlenecks		Opportunities		Value added Repartition ¹	
	Intra-zones	Inter-zones	Intra-zone	Inter-zone	Intra-zone	Inter-zone
Porto-Novo	0.5	0.6*	0.7	0.7*	0.8	0.8**
Vallée	0.4		0.6		0.8	
Plateau	0.3		0.7		0.7	

* or ** indicate a statistically significant difference between zones at p-value levels of 0.05 and 0.01, respectively; ¹The consensual ranking was as follows: 1) pork butchers and gargotes, 2) input suppliers, 3) pig retailers, 4) pig producers

2.4.4.2. Impact diagram (post-study evaluation)

After one year, four main impacts have been identified. The first impact reported by actors with a high level of agreement (W = 0.8) is related to the umbrella organisation of swine breeders (ANEP) who after discussions in focus groups have sped up the implementation of the Ouémé-Plateau antenna of the national association of pig producers (ANEP). One of the ANEP representatives reported: “*We were sleeping, this methodology aroused us. We will create co-operatives of breeders in each commune in the departments in order to work more closely with breeders as the new recommendation of ECOWAS also suggested*”. The second shared observation (W= 0.7) refers to the stakeholders’ enthusiasm to join the innovation platform and WhatsApp discussion group. Third, swine traders reported that the exchanges about issues of the VC had helped them progressing towards a better organisation of their association (W= 0.7). The fourth observation is the reinforcement of the dialogue between swine actors in the departments because stakeholders are exchanging more than in the past (W=0.5).

2.5. Discussion

2.5.1. Social characteristics of actors

Social characterisation of actors shows the VC attracts a large number of young investors (average age of 44.0 ± 15.1). These profiles also highlight a gender issue, with a very weak presence of women in the VC. On that topic, a pig producer comments: “*Women are less represented because swine stockbreeding is time consuming and involves too much work for women who have already household tasks*”. A pork butcher and gargote explained this underrepresentation as “*a sociocultural fact in Benin*”. Let us note that, in reverse situations, in VCs that traditionally include a significant part, if not a majority of women, an increase in profit due to improvements may attract men to the expense of women (Moula *et al.*, 2012; Coulibaly *et al.*, 2008; Corniaux *et al.*, 2005). In the present case, the challenge will be to support the involvement of women in an already profitable activity, with particularly well organised parts of the VC thus creating potential barriers at the entry.

2.5.2. Swine value chain mapping, marketing channels and governance

The mapping of a given VC is as much an analysis tool as a communication tool. This representation highlights opportunities to upgrade the performance, the governance of the VC and its profitability (Taylor, 2006). Through establishing this in focus groups with participatory methods, it helps highlighting the interdependency between actors and the shared goal. Upstream, many pig producers operate on small-scale. They are the most numerous and the least organised link in the VC. Raising swine was described as a “*sociocultural fact*” in south Benin by several pig producers, the term expressing that these did not consider the possibility to engage in wider scale operations as a main profession. For some of those pig producers, the cultural obligation to slaughter pigs for burial ceremonies stood as a major motivation to engage in this activity.

This large number of actors each operating at a small scale is a feature that pig producers share with traders. Both groups then suffer of a lack of organisation, contrary to butchers and gargotes, who constitute a highly organised and even closed profession. This imbalance creates a situation comparable to a captive value chain, the fragmented sector of supply being captive of their organised buyers (Gereffi *et al.*, 2005). Generally, in these conditions, switching costs or transaction costs are supported by the less-organised actors, since these display weaker bargaining power facing other stakeholders. This is further supported by the consensual recognition of pork butchers and gargotes as concentrating most of the value added in the chain. This specific status and power of pork butchers and gargotes, tied to wide profit margins compared to other stakeholders in the VC, had already been pinpointed by Lokossou (1986). The lobbies of pork butchers and gargotes (and to lesser extent of traders) discourage the installation of newcomers. The access to the profession is inherited from father to son, or handed over

between heirs. An outsider will find it difficult to get involved in the sector despite authorities' agreements, due to the threat represented by established butchers and gargotes, who are furthermore locally believed to hold mystical power. The direct import of live animals from Nigeria (which was also rendered financially attractive in that period due to the Naira's relative weakness) by butchers and gargotes comes in that logic as a practice creating a bargaining advantage for them facing local pig producers. Therefore, the place held by swine importation among bottlenecks analysis and divergences in analysis of the situation are of particular interest to progress towards shared solutions, by also involving input suppliers.

The high number of different marketing channels (27) points to these organisational issues in the VC. Carron *et al.* (2017) reported that the increase of transaction costs in longer value chain occurred at the expense of farmers. Let us underline here that traders and brokers did not hold a dominant role in the present VC as they might in other VCs in West Africa. Also, the value added of brokers has to be well understood and mobilised within the future developments of the VC, since these actors are key in establishing contacts between buyers and traders and fitting demand with supply in poorly organised markets (Negassa *et al.*, 2008).

Hence, both the horizontal coordination of the weakest links and the vertical coordination along the VC will be important steps in resolving these issues (Onono *et al.*, 2018). The creation of the pig producers national association (ANEP) aimed at fulfilling this role of horizontal coordination. As reported here, the inactivity of this State-created structure led actors to progressively organise themselves in smaller cooperatives. Similarly, Camara *et al.* (2018) link the failure of genetic selection programs in developing countries to the lack of stakeholders' involvement. This illustrates the poor success generally observed in similar situations by purely top-down innovations and the need to foster the participation of stakeholders (Lacombe *et al.*, 2018; Sayer *et al.*, 2013; Davis, 2008). In the present situation, top-down and bottom-up might gradually bridge and began to do so based on this action-research.

2.5.3. Innovations in swine value chain

For each of the analysed category of actor, i.e. pig producers, pork butchers and gargotes and input suppliers, 3 types were finally described through the typological process, with 2 types appearing as distinctly innovating groups and one as a non-innovating or conservative group. For innovative groups of pig producers (cluster 1 and 3), the adhesion to co-operatives proved a fundamental step, enabling a set of innovation, as technical innovations through the sharing of knowledge and experience for the resolution of issues and through joint actions. While one group (1) was fully benefitting of this dynamic, the other (3) proved less innovative and interested in a more restricted set of the services an association

may deliver. Similarly, Altieri and Toledo (2011) illustrated how the empowerment of peasants associations allows for the introduction of innovations and improvement of food security. Interestingly, among the conservative group biosecurity dispositions were nevertheless adopted, illustrating the importance of African swine fever locally and its potential to be a driver of innovation in the VC (Klerkx *et al.*, 2012). Probably, the distribution in three clusters may recall the classical theory of innovation adoption curve, distinguishing between early adopting groups, a late majority group and latecomers (Rogers, 2002).

For pork butchers and gargotes and input suppliers, innovations were obviously directed towards offering customers better products with the objective to increase their incomes. For instance, selling animal feeds on credit allows building loyalty of customers. However, an interesting case can be made of the introduction by some pork butchers and gargotes of a *“planning to make sure the credits are reimbursed to traders or pig producers”*. This points to a frequent problem of lack of reimbursement, partly due to weak managerial abilities in the sector but also to the non-respect of commitments towards actors of the VC in weaker bargaining positions. Indeed, the dominant position of pork butchers and gargotes seems to allow for such abnormalities to persist, with pig producers describing the situation as an established fact: *“Pork butchers and gargotes usually buy animal on credit and reimburse debts after selling the pork meat. Some of them reimburse just a part of the debt”*. The gradual organisation of pig producers appears key in the here-observed emergence of a more balanced business relationship, including the respect of financial commitments.

The role of associations appears also important for pork butchers and gargotes and input suppliers. Hence, a pork butcher and gargote explained: *“In our association, we work together; we try to adopt better behaviors and educate our members to reject the bad behaviors”*. Therefore, the idea of an innovation platform is not at odd with the present dynamic inside the VC, and rather continues the logic that began at the level of each link. It is expected that such an innovation platform would increase the efficiency of the VC and help managing the risk it is exposed to (Hounkonnou *et al.*, 2016; Klerkx *et al.*, 2012).

2.5.4. Bottlenecks and opportunities

The IS framework allowed stakeholders to express bottlenecks and opportunities of the VC, as well as causal links between these. They showed a good degree of agreement inside and between the study zones. Limited investment in agricultural development is targeted as the origin of the issues stakeholders encountered, but institutions encourage agricultural production. A special focus was given on research on African swine fever, a disease that is pointed as discouraging pig farmers and for which no vaccine is available. Interestingly, the lack of communication was cited as an important constraint in the VC.

Once again, the setting-up of innovation platforms appears interesting to fill this gap (Kilelu *et al.*, 2013).

2.5.5. Advantage and limitations of the method

This study served as a pilot study testing a methodology in four phases to characterise and evaluate innovation in an agricultural VC. The detailed information provided here has many implications for innovation stimulation as well as VC governance (Berthet and Hickey, 2018). This methodology aimed at giving room to participatory analysis by taking account of all stakeholders' viewpoint, which is deemed essential to identify sustainable solutions. The phases are interlocked with one another to offer an effective evaluation approach. So, the impact diagram identified allowed confirming that stakeholders' participation may entail positive changes.

Nevertheless, the present methodology presented some limits to be considered when interpreting results. Much of the data collected is qualitative or semi-quantitative in nature, which might overstate the numerical importance of some facts while understating others. Also, the operational focus of the method precludes the use of extensive qualitative analysis of the data collected, meaning that it probably conceals more than what could be extracted through our analytical choices. Also, participatory methods are sometimes considered as "rapid methods", which might be true only if compared to (multi-) year-long follow-up of activities. However, one should be aware of the time required to organise practical implementation and gain sufficient trust from the stakeholders to be able to collect their viewpoints. Also, a rigorous process has to be conscientiously maintained with the respect of exact testimonies and the due mobilisation of principle of triangulation, to crosscheck information as well as interpretations. Sampling is, as a matter of fact, a crucial step in the study that may entail many selection biases. The principle of triangulation has then to be applied in these early steps to ensure the involvement of the required diversity of stakeholders. In the same vein, the saturation principles only gets its validity from a constant quest for diverse situations. However, one should consider in this quest that the rigorous description and understanding of a system does entail the neglect of some degree of detail, hence of some particular situations, this need being classically known in system analysis as "optimal ignorance". Regarding sampling and selection biases, the snowballing approach has also to be applied with a constant vigilance, crosschecking the information gathered with actors who are independent from each other, and keeping the decision-making on the final sampling within the research team. In the same logic, potential biases in answers have to be kept in mind throughout the process. A special mention can be made of the management of focus groups, in which ensuring for each one to express his position may be a difficult task requiring experience. The higher number of pig producers within focus groups was aimed at allowing an inclusion of a diversity of profiles from this wide and diverse stakeholder group. This higher number was not experienced as a disequilibrium by the animator of focus groups

since pig producers do not hold a dominant position within the VC. In the evaluation of figures, as done regarding value added distribution along the VC, the different numbers of actor types in focus groups may be regarded as a bias in this estimation. However, although this concern is valid, it does not invalidate the approach, which does not aim at replacing a measurement through quantitative data. Indeed, the method has to be considered as providing perceptual data that is important to understand the viewpoint of actors on their VC. Rather than the exact figures obtained, the important outcome of this method consists of the discussions generated on this occasion and the consensus on the dominance of a defined actor type, as confirmed by other aspects of this same analysis.

2.6. Conclusion

The methodology presented allowed characterising and identifying the main stakes and dynamics along the VC, and more particularly innovations practices, constraints and opportunities. It opens the way to further investigations to assess the impacts of these innovations on VC performance and sustainability. The stakeholders' participation is used here in contrast with top-down approaches adopted in most of interventions aimed at stimulating agricultural innovation. Organisational innovations came out of this study as central in the progress of the VC. Also, the idea of an innovation platform appears as suited in such contexts where collective actions already took place in a bottom-up approach. An innovation platform might thus help bridging the gap between those bottom-up initiatives and the previously implemented top-down policies.

2.7. Acknowledgements

This study is carry out in the framework of the ARES-CCD funded project PRD (Research and Development Project): *Professionalisation of swine value chain actors in the Ouémé and Plateau regions, Benin*. We warmly thank the representations of the co-operatives who gave us their valuable time for participating in the focus groups discussions. Many thanks also to different actors of the swine value chain for accepting voluntarily to participate to the survey. Finally, our thanks to the entire team of the project who strongly believe in the success of the research project.

2.8. References

- Agbokounou, A.M., Ahounou, G.S., Youssao, A.K.I., Mensah, G.A., Koutinhoun, B., Hornick, J.-L., 2016. Caractéristiques de l'élevage du porc local d'Afrique. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 30(1), 4701-4713pp.
- Altieri, M.A., Toledo, V.M., 2011. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587-612pp. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>
- Bernet, T., Devaux, A., Thiele, G., López, G., Velasco, C., Manrique, K., Ordinola, M., 2011. The participatory market chain approach: stimulating pro-poor market-chain innovation. *Innovation for Development*, 142pp. <http://hdl.handle.net/10568/70057>
- Berthet, E.T., Hickey, G.M., 2018. Organizing collective innovation in support of sustainable agro-ecosystems: The role of network management. *Agricultural systems*, 165, 44-54pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.05.016>
- Berthet, E.T., Hickey, G.M., Klerkx, L., 2018. Opening design and innovation processes in agriculture: Insights from design and management sciences and future directions, 111-115pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.004>
- Camara, Y., Moula, N., Sow, F., Sissokho, M. M., & Antoine-Moussiaux, N. (2019). Analysing innovations among cattle smallholders to evaluate the adequacy of breeding programs. *animal*, 13(2), 417-426. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001544>
- Carron, M., Alarcon, P., Karani, M., Muinde, P., Akoko, J., Onono, J., Fèvre, E.M., Häslér, B., Rushton, J., 2017. The broiler meat system in Nairobi, Kenya: Using a value chain framework to understand animal and product flows, governance and sanitary risks. *Preventive veterinary medicine*, 147, 90-99pp. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.08.013>
- Codjia, J.T.C., Assogbadjo, A.E., 2004. Faune sauvage mammalienne et alimentation des populations holli et fon de la forêt classée de la Lama (Sud-Bénin). *Cahiers Agricultures*, 13(4), 341-347pp.
- Corniaux, C., Duteurtre, G., Dieye, P.N., Pocard Chapuis, R., 2005. Les minilaiteries comme modèle d'organisation des filières laitières en Afrique de l'Ouest: succès et limites. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 58(4), 237-243pp. <https://doi.org/10.19182/remvt.9918>

Coulibaly, D., Pocard Chapuis, R., Koné, Y.S., Corniaux, C., Kassambara, I., Coulibaly, M., Niang, M., Coulibaly, D., Pocard Chapuis, R., Koné, Y. S., Corniaux, C., Kassambara, I., Coulibaly, M., ... & Bengaly, K. (2008). Recherche de mode de gestion du troupeau pour une exploitation économique et durable des bovins laitiers dans les zones périurbaines du Mali: Production, distribution et consommation de lait et produits laitiers en zones périurbaines du Mali: Synthèse du rapport de recherche, 36pp

Davies, J., Maru, Y., Hall, A., Abdourhamane, I.K., Adegbedi, A., Carberry, P., Dorai, K., Ennin, S.A., Etwire, P.M., McMillan, L., 2018. Understanding innovation platform effectiveness through experiences from west and central Africa. *Agricultural systems*, 165, 321-334pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.12.014>

Davis, K., 2008. Extension in sub-Saharan Africa: Overview and assessment of past and current models, and future prospects *Journal of International Agricultural and Extension Education*, 15(3), 15-28pp.

Devaux, A., Andrade-Piedra, J., Horton, D., Ordinola, M., Thiele, G., Thomann, A., Velasco, C., 2011. Brokering innovation for sustainable development: The Papa Andina case. *Innovation for Development*, 76.pp.

Duteurtre, G., Faye, B., 2009. Introduction. Élevage et pauvreté: un nouvel agenda pour une recherche pluridisciplinaire, in: L'élevage, Richesse Des Pauvres. Editions Quæ, 9–14pp. 10.3917/quæ.duteu.2009.01.0009

Geels, F.W., 2004. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research policy*, 33(6-7), 897-920pp. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>

Gereffi, G., Humphrey, J., Sturgeon, T., 2005. The governance of global value chains. *Review of international political economy*, 12(1), 78-104pp. <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>

Gómez, M.I., Barrett, C.B., Buck, L.E., De Groote, H., Ferris, S., Gao, H.O., McCullough, E., Miller, D.D., Outhred, H., Pell, A.N., 2011. Research principles for developing country food value chains. *Science*, 332(6034), 1154-1155pp. DOI: [10.1126/science.1202543](https://doi.org/10.1126/science.1202543)

Hounkonnou, D., Brouwers, J., Van Huis, A., Jiggins, J., Kossou, D., Röling, N., & Traoré, M. (2018). Triggering regime change: a comparative analysis of the performance of innovation platforms that attempted to change the institutional context for nine agricultural domains in West Africa. *Agricultural Systems*, 165, 296-309pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.08.009>

Kilelu, C.W., Klerkx, L., Leeuwis, C., 2013. Unravelling the role of innovation platforms in supporting co-evolution of innovation: contributions and tensions in a smallholder dairy development programme. *Agricultural systems*, 118, 65-77pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.03.003>

Klerkx, L., Van Mierlo, B., Leeuwis, C., 2012. Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions, in: *Farming Systems Research into the 21st Century: The new dynamic*, 457-483pp, Springer Dordrecht . https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_20

Lacombe, C., Couix, N., Hazard, L., 2018. Designing agroecological farming systems with farmers: A review. *Agricultural systems*, 165, 208-220pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.014>

Legendre, P., 2005. Species associations: the Kendall coefficient of concordance revisited. . *Journal of agricultural, biological, and environmental statistics*, 10(2), 226pp. <https://doi.org/10.1198/108571105X46642>

Lokossou, H.R., 1986. The industrialisation of breeding as a basis for pig production in the Peoples' Republic of Benin. A study of the AGROCAP model of Senegal. Ind. Breed. as a basis pig Prod. Peoples' Repub. Benin. A study AGROCAP Model Senegal, 111pp.

Maru, Y.T., 2018. Summary: Critical reflection on and learning from Agricultural Innovation Systems (AIS) approaches and emerging Agricultural Research for Development (AR4D) practice. *Agricultural Systems*, 165(C), 354-356pp. DOI: 10.1016/j.agsy.2018.07.012

Moula, N., Detiffe, N., Farnir, F., Antoine-Moussiaux, N., & Leroy, P. (2012). Aviculture familiale au Bas-Congo, République Démocratique du Congo (RDC). *Livestock Research for Rural Development*, 24(5).

Negassa, A., Costagli, R., Matete, G., Jabbar, M., Okuthe, S., Hassan, M., Omore, A., 2008. Improvement and diversification of Somalia livestock trade and marketing. ILRI Discussion Paper 13. Nairobi: International Livestock Research Institute.

Onono, J.O., Alarcon, P., Karani, M., Muinde, P., Akoko, J.M., Maud, C., Fevre, E.M., Häsler, B., Rushton, J., 2018. Identification of production challenges and benefits using value chain mapping of egg food systems in Nairobi, Kenya. *Agricultural systems*, 159, 1-8pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.10.001>

PSRSA-Benin, 2011. Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole: Diagnostic-PSRSA, MAEP-. Bénin., 115pp.

Rich, K. M., Baker, D., Negassa, A., & Ross, R. B. (2009). *Concepts, applications, and extensions of value chain analysis to livestock systems in developing countries* (No. 1005-2016-79380).

Rogers, E.M., 2002. Diffusion of preventive innovations. *Addictive Behaviour*, 27 (1), 989-993pp.

Sayer, J., Sunderland, T., Ghazoul, J., Pfund, J.-L., Sheil, D., Meijaard, E., Venter, M., Boedhihartono, A.K., Day, M., Garcia, C., 2013. Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. *Proceedings of the national academy of sciences*, 110(21), 8349-8356pp. <https://doi.org/10.1073/pnas.1210595110>

Schut, M., Kamanda, J., Gramzow, A., Dubois, T., Stoian, D., Andersson, J.A., Dror, I., Sartas, M., Mur, R., Kassam, S., 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*, 55(4), 575-596pp. [doi:10.1017/S0014479718000200](https://doi.org/10.1017/S0014479718000200)

Sossou-Agbo, A.L., 2013. La mobilité dans le complexe fluvio-lagunaire de la basse vallée de l'Ouémé au Bénin, en Afrique de l'Ouest. Université de Grenoble, 375pp.

Taylor, D.H., 2006. Demand management in agri-food supply chains: an analysis of the characteristics and problems and a framework for improvement. *The international journal of logistics management*, 17(2), 163-186pp. <https://doi.org/10.1108/09574090610689943>

Thiele, G., Devaux, A., Reinoso, I., Pico, H., Montesdeoca, F., Pumisacho, M., Velasco, C., Flores, P., Esprella, R., Manrique, K., 2009. Multi-stakeholder platforms for innovation and coordination in market chains, in: 15th Triennial International Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (ISTRIC), 9pp.

Trienekens, J.H., 2011. Agricultural value chains in developing countries; a framework for analysis. *International food and agribusiness management review*, 14(1030-2016-82778), 51-82pp.

Van Mierlo, B., Arkesteijn, M., Leeuwis, C., 2010. Enhancing the reflexivity of system innovation projects with system analyses. *American Journal of Evaluation*, 31(2), 143-161pp. <https://doi.org/10.1177/1098214010366046>

Van Mierlo, B., Leeuwis, C., Smits, R., Woolthuis, R.K., 2010. Learning towards system innovation: Evaluating a systemic instrument. *Technol. Forecast. Technological forecasting and social change*, 77(2), 318-334pp. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.08.004>

Wanyoike, F., Mtimet, N., Ndiwa, N., Marshall, K., Godiah, L., Warsame, A., 2015. Knowledge of livestock grading and market participation among small ruminant producers in northern Somalia. *East African Agricultural and Forestry Journal*, 81(1), 64-70pp. <https://doi.org/10.1080/00128325.2015.1041261>

White, S., Pettit, J., 2007. Participatory approaches and the measurement of human well-being, in: *Human Well-Being*. Springer, 240–267pp.

Youssao, A.K.I., Koutinhoun, G.B., Kpodekon, T.M., Bonou, A.G., Adjakpa, A., Dotcho, C.D.G., Atodjinou, F.T.R., 2008. Production porcine et ressources génétiques locales en zone périurbaine de Cotonou et d'Abomey-Calavi au Bénin. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux*, 61(3-4), 235-243pp. <https://doi.org/10.19182/remvt.9995>

Chapitre 3

Analyse des réseaux sociaux d'adoption des innovations en réaction aux foyers de peste porcine africaine (PPA)

Préambule

L'analyse participative de la filière a pu mettre en évidence certaines de ses forces et de ses manques en matière d'innovation. Les dynamiques sociales et d'échanges d'information et de pratiques s'y sont révélées importantes dans la stimulation de l'innovation, posant des questions institutionnelles clés sur le rôle très inégal que jouent les associations professionnelles par maillon. Si nous pensons que la méthode mise en place a permis de mettre à jour de façon générale une dynamique débutante d'auto-mobilisation de la filière, nous avons désiré investiguer cette dynamique de façon plus précise et circonscrite dans le temps, par l'analyse de la réaction de la filière à un défi clairement identifié, celui de la peste porcine africaine.

Ce troisième chapitre présente donc cette étude, pour laquelle la méthode choisie fut celle de l'analyse des réseaux sociaux (ARS). Basée sur la théorie des graphes, cette analyse consiste en une modélisation de flux entre des éléments en interaction. Le type de flux et d'élément est choisi en fonction de l'étude, qui fut dans notre cas le flux de nouvelles pratiques en réponse à la PPA entre les acteurs de la filière. La méthode permet de caractériser les performances générales du réseau en matière de circulation du flux considéré et de caractériser l'importance relative de chaque composant du réseau dans cette circulation. Ainsi, nous attendions de cette étude qu'elle identifie les parties prenantes les plus centrales (et, à l'inverse, les plus périphériques) dans la stimulation de l'innovation et de servir de support pour élaborer avec les acteurs concernés des mesures correctives pratiques pour l'amélioration des échanges dans les sous-réseaux les moins denses. En effet, en tant qu'outil de quantification, l'ARS permet une objectivation d'un phénomène autrement diffus et difficilement perceptible par les acteurs de la filière. Le rendu visuel de l'ARS est en outre porteur dans une idée de participation, car il est un objet mobilisable dans les discussions avec des parties prenantes pour servir de support aux réflexions de groupe. Ces usages participatifs seront développés dans le cadre du projet PIMAF-Porc mais n'ont pas encore généré de résultats disponibles au moment de la présentation de ce travail de thèse.

Ce chapitre est rédigé en anglais sous forme d'article et est soumis pour publication dans une revue Q1.

Section études

Etude 3 :

Social network analysis of practice adoption facing outbreaks of African Swine Fever

Authors: Benoît Govoeyi^{a,b*}, Aristide M. Agbokounou^c, Younouss Camara^{b,d}, Serge G. Ahounou^a, Ignace O. Dotche^a, Pascal S. Kiki^a, Issaka Youssao Abdou Karim^a, Alexis Delabougli^e, Nicolas Antoine-Moussiaux^{b*}

^a Polytechnic School of Abomey Calavi, Department of Animal health and production, University of Abomey-Calavi, Benin

^b Fundamental and Applied Research for Animals and Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liège, Belgium

^c Benin Center of Scientific and Technical Research (CBRST), Cotonou, Benin

^d Institut Sénégalais de Recherche Agricole, Bel Air, routes des hydrocarbures -, BP 3120 Dakar, Senegal

^e ASTRE - Animals Health Territories Risks Ecosystems, CIRAD-French Agricultural Research Center for International Development, Montpellier, France

3.1. Abstract

Animal epizootics show widely destructive effect on livestock value chains in sub Saharan Africa, pushing many smallholders into poverty and discouraging investments. Hence, African swine fever (ASF) has been playing a deeply depressing role on swine value chain of Benin since its first occurrence in the country in 1997. Exchanges between actors is fundamental among stakeholders for the overall performance of a value chain and is key in the way these can respond to challenges, as epizootic threats. The present study describes how stakeholders of the swine value chain interact in the diffusion of innovative practices facing an outbreak of ASF. In seven districts, focus groups were first organized with stakeholders to identify changes and other reactions that ensued from a recent ASF outbreak in Benin. In a second step, individual semi-structured interviews were conducted along a respondent-driven sampling, including the collection of contact information needed for social network analysis. The influence of socio-economic features on degree centrality was tested through multiple linear regression model. Regulatory requirements and available incomes enabled practice diffusion among groups of pork butchers and gargotes, traders/brokers and input suppliers. Pig producers displayed passivity in the diffusion of practices whereas they should have the forefront role in addressing the challenge of ASF. Nevertheless, their significant interest in capacity reinforcement, adhesion to an association, exchange visits and professionalization may lead them to increase their involvement in a joint control of the disease.

Key words: value chain, innovation, diffusion, African swine fever, social network, Benin.

3.2. Introduction

Epizootics strongly undermines livestock production throughout Africa, representing a major driver of poverty and a strain on the development of competitive value chains (VC). African swine fever (ASF) recurrently affects swine production throughout Africa, severely hitting producers, as well as the whole VC, and causing food insecurity (Boshoff *et al.*, 2007; Fasina *et al.*, 2012; Ouma *et al.*, 2018). Among a host of challenges, gaps in practices, as inadequate biosecurity measures, and weak relationships between stakeholders are sometimes retained (Fasina *et al.*, 2010; Penrith *et al.*, 2013). Facing new challenges impacting investments such as ASF outbreaks, stakeholders establish interactions that are often complex to tease out. However, understanding such interactions is needed to support them and allow them playing their role in collective preventive or coping strategies. Indeed, each stakeholder evolves within a network that conditions the individual and collective ability to react to challenges (Lemieux and Ouimet, 2004; Martínez-López *et al.*, 2009). Therefore, stakeholders' organizations, exchanges and the willingness to learn from or with others need to be adequately reinforced in the developing world (Catley and Leyland, 2001; Klerkx and Nettle, 2013). Beyond the here-above mentioned adaptation needs, well-organized VCs are also needed to stabilize products' quality and safety, and establish a trust relationship with consumers (Ifft Otte, J., Roland-Holst, D., Zilberman, D., 2009). This trust will set the basis for further business development, investments and value creation.

Along VCs, interactions between stakeholders are thus fundamental for the evolution of technical and institutional practices, underpinning the sector's sustainable growth. Essentially, strengthening relationships between stakeholders has been shown in livestock VCs to offer pathways of innovative practices for sustainable solutions, e.g. facing animal diseases or managing genetic resource (Camara *et al.*, 2019; Collier and Dercon, 2014; Rich *et al.*, 2009). Studies in the last decade have suggested the development of innovation platforms, playing that binding role between stakeholders (Berthet and Hickey, 2018; Govoeyi *et al.*, 2019; Klerkx and Nettle, 2013). Through the analysis of social networks, Spielman *et al.* (2010) have assessed the impact of such interactions and diffusion of practices on smallholders' wellbeing. In the case of ASF, the adoption of new practices is documented (Gogin *et al.*, 2013; Wieland *et al.*, 2011). Studying the case of ASF in Kenya and Uganda, Nantima *et al.*, (2016) suggest that active interactions among VC stakeholders would favour the diffusion of good practices. Therefore the present study proposes the use of a social network analysis (SNA) to investigate this question, as a case study of the reaction of a VC to critical challenges in the context of a developing economy.

The SNA is an analytical and visualisation tool that gains greater popularity because of its applications across several disciplines such as health care, animal movement, communication, innovations (Martínez-López *et al.*, 2009; Natale *et al.*, 2009; Trivette, 2018). In direct relation with the present

application, SNA was mobilized by Fungo *et al.* (2011) to study the performance of innovation platforms in Ugandese agriculture. This diversity of applications of this analytical tool lies in the diversity of links between actors that can be accounted for. Indeed, SNA may consider as a link between actors any kind of flow, either concrete as animal movements (Molia *et al.*, 2016), or abstract as information (Delabougliise *et al.*, 2015). The present study considers the diffusion of practices facing ASF as defining a network of actors within the swine VC in Benin. Understanding this network will shed light on the reactivity of the VC, its present ability to innovate and therefore indications on its strengths and gaps for its sustainable development.

3.3. Material and method

3.3.1. Study location and geographical sampling

Investigations have taken place in two departments located in southeast Benin. Considering administrative subdivisions, districts have been identified in each of the three agroecological regions composing the region (Vallée, Plateau, and Porto Novo), in order to include districts that had been recently affected by ASF and districts considered as unaffected. A pre-requisite for district selection was the presence of the whole array of swine VC actors. Finally, in the Vallée region, the districts of Dangbo and Aguégoué, both being affected by ASF, were retained. In the Plateau region, the districts of Kétou and Pobè were retained, being respectively affected and not affected by the recent ASF outbreak. In the region of Porto Novo, three districts were retained, i.e. the city of Porto Novo and Adjara, which were classified as not affected, and the district of Sèmè Podji, which had been affected by ASF.

The swine stock in the seven districts retained represented 35.4% of total stock of southern departments, which is estimated at around 260,000 heads (Biaou, 2016; Youssao *et al.*, 2008). These seven districts cover an area of 3,006 km² with almost 1 million inhabitants. Districts of Sèmè Podji, Porto-Novo, Adjara, Kétou and Pobè are characterized by a strong connection to markets in Nigeria, from where swine are imported and where ASF outbreaks are frequent (Fasina *et al.*, 2010).

3.3.2. Focus group discussions: ASF challenges and reactions

Seven focus group discussions were conducted, i.e. one per district, gathering direct stakeholders of swine VC and veterinary services (between 14 and 18 participants per focus group). In total, focus groups gathered 35 pig producers, 25 pork butchers and gargotes, 16 agents of veterinary services, 25 traders/brokers and 21 input suppliers. The discussions first approached the experienced challenges that ensued from the recent ASF outbreaks at the different levels of the VC. In zones that were not directly affected, the discussion focused on the prevention concerns. Based on this introduction, discussions then aimed at identifying precise changes in practices and reactions to prevent or control ASF at

different levels of the VC. In a last part of these discussions, participants were asked to indicate persons with whom such practices were shared, as well as the motives for sharing. The latter discussion was conducted with stakeholders using participatory flow diagramming, to produce direct visual representations of answers and a support for further questioning.

3.3.3. Individual interviews: diffusion of practices

Through focus groups contacts, a total of 194 stakeholders were identified through respondent-driven sampling (Sadler *et al.*, 2010), composed of 75 swine breeders, 16 workers from veterinary services, 37 input suppliers, 32 pork butchers and gargotes and 34 traders/brokers (Table 1). Each stakeholder was interviewed in a semi-structured discussion. The first part of the interview comprised the general presentation of the interviewee and its activities. General information was collected, including stakeholder's name, district, age, adhesion to an association, training concerning ASF, professional status, and practice of exchanges and visits with a learning objective. The second part included the checklist for structural analysis of practices that had been implemented and shared during the year prior of survey in reaction to ASF presence or threat. Stakeholder is asked to mention actors with whom practices implemented are shared. Hence, the checklist used for this part of the survey comprised, (i) new practices facing ASF, (ii) stakeholders with whom practices are exchanged, (iii) actors scarcely contacted and (iv) limits in practices-sharing facing ASF. Visits of premises and informal observations were conducted in an attempt to verify practices.

Table 1: Numbers of actors interviewed in individual surveys

Areas	Vallée		Sèmè-Podji	Porto-Novo		Plateau	
	Aguégué	Dangbo		Porto-Novo	Adjara	Pobè	Kétou
Stakeholders							
Pig producers	10	10	10	15	10	10	10
Veterinary agents	2	2	2	4	2	2	2
Pork butchers and gargotes	4	4	5	7	4	4	4
Input supplier	5	5	6	6	5	5	5
Traders/brokers	4	4	4	7	7	4	4
Total	25	25	27	39	28	25	25

3.3.4. Analysis of interviewees characteristics

The individual characteristics of interviewees have been subject to basic descriptive statistics and comparisons between VC functions, through ANOVA, Student t-test. The frequencies of variables

characterizing stakeholders are compared by using the pair-wise Z-test. All tests considered an alpha level of 0.05 as a threshold for statistical significance.

3.3.5. Social network analysis

Three distinct social network models were built considering nodes as consisting of, alternatively, individuals, districts, and VC functions (input suppliers, pig producers, veterinary services, pork butchers and gargotes, traders/brokers). Links between nodes represented the communication of implemented practices. One node may be termed “ego”, then applying the term “alter” to nodes to which practices are communicated.

SNA defines as set of indicators to be quantified for network description: density, clustering, influence and support, centrality (distinguishing degree, betweenness, closeness and eigenvector centralities), and fragmentation, as explained here below (for detailed explanation, see Lemieux and Ouimet, 2004).

The network density and clustering coefficient are cohesiveness indicators. The density of network indicates the extent of links in the network, compared to possible links in the network. The density compares the network contacts to the potential number of contacts in the network. A value of 0 for density indicates the absence of contact between nodes (isolated nodes); 1 indicates that all possible links are indeed established. The clustering coefficient indicates the degree to which nodes in graph tend to cluster together. It measures the triangular relation or the relationship in a node’s neighborhood as follows. A node has a high clustering coefficient if its neighbors tend to be directly close to each other (Li *et al.*, 2017). The maximum value of 1 indicates that each node is the nearest neighbor of all others.

Influence and support relate to the directionality of links. The influence (or out-degree) measures the total numbers of links directed from ego to alters (Martínez-López *et al.*, 2009). The support (or in-degree) measures the number of links that converge directly from alters to ego. Actors or districts or VC functions with many direct links are supposed to have better opportunities and higher influence than those with less direct ties (Pali *et al.*, 2013).

Betweenness centrality measures the probability that the shortest path between any pair in the network passes through ego. Nodes with the largest betweenness in a network are interpreted as displaying the largest control on practices sharing in the network (Abbasi *et al.*, 2012; Martínez-López *et al.*, 2009; Newman, 2005). Closeness centrality is the reciprocal of the sum of the shortest pathways from ego to all other nodes. It estimates how closely ego exchanges practices with the rest of the network. In directed network, alike support and influence, in-closeness and out-closeness are computed for nodes

(Balasundaram *et al.*, 2011; Lemieux and Ouimet, 2004). Eigenvector centrality gives a greater weight to a node that is connected to other highly connected nodes, i.e. the more a node is connected to nodes that have themselves a central position, the higher its eigenvector centrality.

The fragmentation measures the degree of separation after a set of nodes is deleted. The maximum fragmentation occurs when each node is isolated through the tested deletion.

3.3.6. Network modelling

Stakeholder, district and VC function were the units considered for analysis. Data were initially encoded in a Microsoft Excel spreadsheet. Analyses were conducted with R, version 3.5.1 (RCoreTeam, 2014). The packages *sna*, *igraph* and *keyplayer* enabled the overall social network modelling and indicators computation (An and Liu, 2016; Butts, 2008; Csardi and Nepusz, 2006). The package *ggplot2* was mobilized to represent box plots by using different centrality measures (in-degree, out-degree, in-closeness and out-closeness).

An asymmetric square adjacency $n \times n$ matrix of stakeholders is used for modelling practices exchanges (Lemieux and Ouimet, 2004; Martínez-López *et al.*, 2009). Data are compiled in the matrix in which matrix elements $n_{ij} = 1$ indicated that a practice is exchanged between stakeholders, districts and through activities i and j , while $n_{ij} = 0$ indicated absence of communication of practices.

3.3.7. Statistical analyses of centralities

Computed centralities (for each individual in the network) were subject to basic descriptive statistics (means, standard deviation, quartiles). Comparisons were conducted between groups of stakeholders and between groups of practices through a general linear model (GLM) analysis after using Shapiro-Wilk test for verification of normal distribution. The alpha level for statistical significance was established a priori at 0.05. In affected and unaffected areas, the comparison between in-degrees and out-degrees has been done by using the non-parametric test of Wilcoxon-Mann-Whitney.

An explanatory model was developed to test the influence of socio-economic parameters on degree centrality. Our hypothesis is here that centralities, being quantitative parameters defined at the level of group, may vary according to characteristics of the group of actors, as their age, years of experience, practice of exchange visits (yes=1; no=0), participation in capacity reinforcement (yes=1; no=0), adhesion to an association (yes=1; no=0), function in the VC (pig producer, pork butcher and gargote, veterinarian, traders/brokers, input suppliers), professionalization status within that VC function (principal activity=1; secondary activity=0). A multiple linear regression model is used in this empirical

analysis for its simplicity, combining quantitative and categorical data to explain influence of different variables.

The model retained can be written as follows:

$$D_i = \beta_0 + \sum \beta_{ij} X_{ij} + \varepsilon_i$$

Where D , the degree *centrality*, is the dependent variable, i the network, j the explanatory variable. β_{ij} represents the regression coefficient of variable j within network i , and ε the residual error. The alpha level for statistical significance of the F-test was established a priori at 0.001. Correlations between explaining variables were computed. R version 3.3.2 (RCoreTeam, 2014) were used.

3.4. Results

3.4.1. Stakeholders' characteristics

Stakeholders' characteristics by VC function are presented in Table 2. The average age of stakeholders was 40.8 ± 10 years old. It was significantly depending on the VC function, although the means per function are quite close, ranging from 38.9 ± 5.1 to 42.6 ± 8.9 . Pig producers and traders/brokers were the most aged while input suppliers and pork butchers and gargotes were the youngest on average. The experience of pig producers (19.6 ± 7.4 years) and traders/brokers (20.8 ± 7.2 years) were also significantly longer than that in the two other functions.

Pig producers had received significantly less training about ASF compared to other VC actors. Pig producers also showed a low level of professionalization with only 16 % of them practicing pork production as a primary activity. In contrast, this proportion was around 90 % for all other VC functions. In the same logic, but less strikingly, the level of adhesion to associations was the lowest among pig producers, i.e. 50.6 %, against 68.7 % among pork butchers and gargotes, 78.3% among input suppliers, and 82.3 % among traders/brokers.

Table 2: Stakeholders characteristics in different chain links

Characteristics	Stock-breeders (n=75)	Pork butchers and gargotes (n=32)	Traders/brokers (n=34)	Input suppliers (n=37)	P-value
Age	42.6±8.9a	39.1±5.4b	42.4±6.2a	38.9±5.1b	*
Experience	19.6±7.4a	16.6±6.0b	20.8±7.2a	14±6.2b	*
Capacity reinforcement (%)	34.6b	93.7a	85.2a	94.5a	***
Adhesion to association (%)	50.6b	68.7ab	82.3a	78.3a	**
Professional status (%)	16b	93.7a	91.1a	89.1a	***
Exchange visits (%)	34.6b	87.5a	94.1a	56.7a	***

*: P value < 0.05; **: p value < 0.01; ***: p value < 0.001

3.4.2. Stakeholders' new practices facing ASF

Newly implemented practices to prevent or respond to ASF are listed in Table 3. In pig producers group, the most cited new practices were the confinement of animals (vs. free-ranging), sharing information with other stakeholders, avoiding to throw dead animals in rivers and in the bush, and burying dead swine according to defined biosecurity norms.

In pork butchers and gargotes and gargotes and traders/brokers groups, almost all interviewees mentioned having begun to avoid buying animals from affected areas (93.7 % for pork butchers and gargotes and 100 % for retailers). They also shared information regarding new outbreaks and affected areas (50 % for pork butchers and gargotes and 79.4 % for retailers). Among input suppliers, the most

cited practices were sharing information about new outbreaks with pig producers (75.6 %) and respecting biosecurity measures in feed mill (67.5 %). No new practice was reported among veterinarians, who only recalled their mandatory activities, as ante-mortem and post-mortem inspection, as well as seizure of illegally imported pigs and carcasses. Hence, the network investigation focused on the transfer of practices to other stakeholders of the VC, in agreement with their role in technical extension. Between veterinarians, the mentioned exchanges covered information about the practices to be advised to other stakeholders.

Table 3: Practices implemented between stakeholders of swine VC to prevent ASF

Stakeholders	Innovations exchanged	Frequency	CI 95%
Pig producers (n=75)	Confine animals	46 (61.3 %)	11.0
	Avoid throwing dead animals in the environment	46 (61.3 %)	11.0
	Buried carcasses in accordance with biosecurity norms	36 (48.0 %)	11.3
	Share information on new outbreaks with other pig producers	21 (28.0 %)	10.2
	Introduce biosecurity measures in pigsties	17 (22.6 %)	9.5
	Warn veterinary services in case of ASF outbreak	12 (16.0 %)	8.3
	Avoid boar exchanges with other pig producers	11 (14.6 %)	8.0
	Submit visitors to biosecurity measures	9 (12.0 %)	7.3
	Buy draught where biosecurity measures are applied	9 (12.0 %)	7.3
Pork butchers and gargotes (n=32)	Avoid buying animals from affected areas	30 (93.7 %)	8.4
	Respect post-mortem inspection	25 (78.1 %)	14.3
	Share information regarding new outbreaks and on affected areas	16 (50.0 %)	17.3
Traders/brokers (n=34)	Avoid buying sick animals from pig producers	11 (34.4 %)	16.4
	Avoid buying animals from affected areas	34 (100 %)	0
	Share information regarding new outbreaks and on affected areas	27 (79.4 %)	13.6
	Report to veterinary agents sick or dead pigs	17 (50.0 %)	16.8
Input suppliers (n=37)	Respect quarantine period when importing animals	12 (35.2 %)	16.0
	Share information regarding new outbreak with pig producers	28 (75.6 %)	13.8
	Respect biosecurity measures in feed mill	25 (67.5 %)	15.0
	Avoid selling draught without biosecurity measures	22 (59.4 %)	15.8

3.4.3. Network analysis within VC functions

3.4.3.1. Pig producers practices diffusion in districts

Cohesiveness indicators in a part of pig producers' group (n=35) proved lower compared to other VC functions (Table 4), with a density of 17.5 % and a clustering coefficient of 46.6 %. Eigenvector centralities present the same weakness compared to networks in other VC functions. The weak out-

closeness and in-closeness (Fig.1) indicate the slow diffusion of practices among pig producers. The high average value of the betweenness centrality (81.2 ± 14.2) indicates each pig producer has a significant role in allowing or impeding the diffusion of practices. Accordingly, the pig producers' network shows a relatively high fragmentation (0.4 ± 0.0), the suppression of an actor having a high influence on the network performance.

Figure 2 and Table 5 characterize the flows of practices through districts in the general pig producers' group ($n=75$). The districts of Adjara (not affected) and Sèmè Podji (affected) indicated greater densities of practices flows (Adjara: density 51.1 %, clustering coefficient 80.4 %; Sèmè Podji: density 47.8 %, clustering coefficient 79.3 %). The comparison of practices flows (in-degree and out-degree) between affected and unaffected areas shows no statistical difference (Table 6).

Table 4: Index characterizing practices exchanged in swine VC network

Networks parameters	Pig producers (n=35)	Veterinary services (n=16)	Input suppliers (n=37)	Traders/ Brokers (n=34)	Pork butchers and gargotes (n=32)	Global sample (n=122)	P-value
Density (%)	17.5	75.8	72.2	47.9	58.3	29.2	-
Clustering coefficient (%)	46.6	82.8	80.8	76.1	59.4	49.0	-
Fragmentation							
- 1 st quartile	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	
- Mean	0.4±0.0a	0.2±0.0c	0.1±0.0d	0.3±0.0b	0.3±0.0b	0.3±0.0b	***
- 3 rd quartile	0.5	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	
Betweenness							
- 1 st quartile	14.5	3.0	8.0	10.8	13.0	29.5	
- Mean	81.2±14.2a	3.6±1.0d	9.9±2.6c	70.0±2.6b	72.2±4.6a	88.5±10.2a	***
- 3 rd quartile	108.3	4.0	11.8	90.1	91.0	120.7	
Eigen centrality							
- 1 st quartile	0.2	0.7	0.8	0.7	0.6	0.2	
- Mean	0.3±0.1d	0.8±0.1a	0.8±0.1a	0.8±0.1a	0.7±0.1b	0.5±0.2c	***
- 3 rd quartile	0.4	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	

***: p value < 0.001; - : not computed for variable indicated

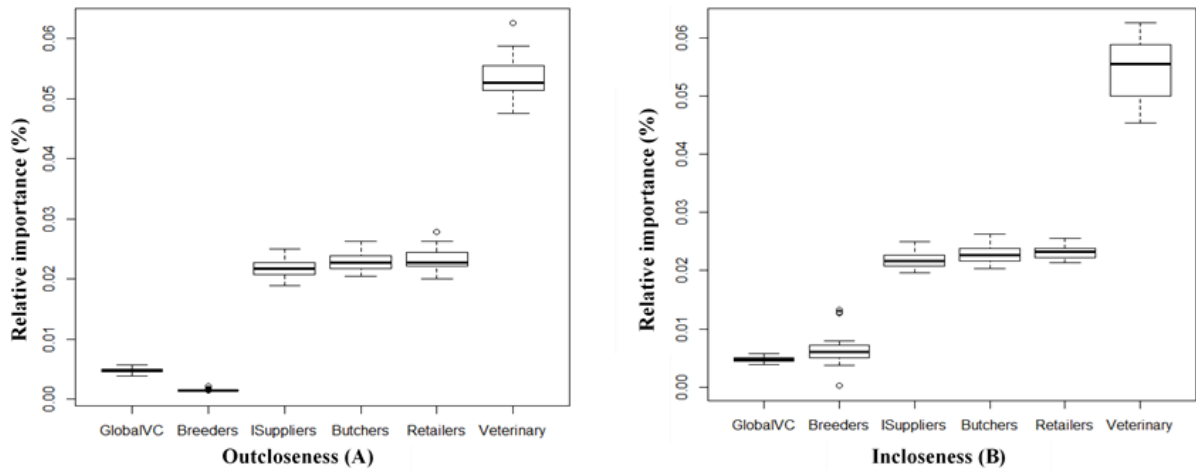


Figure 1: Outcloseness (A) and incloseness (B) of practices shared in different networks

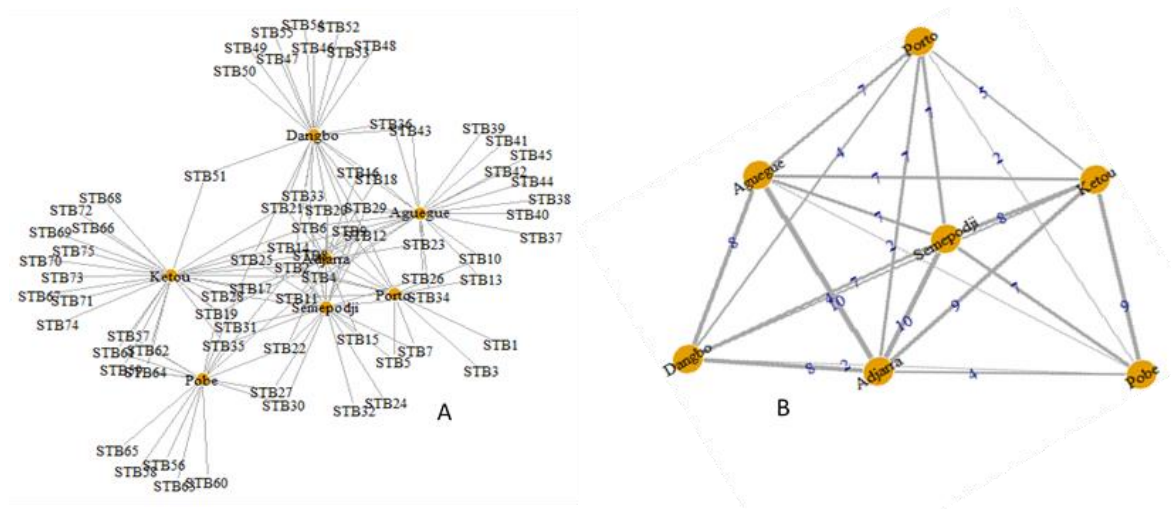


Figure 2: Networks of practices diffused against ASF among pig producers (n=75) in departments of Ouémé and of Plateau. (**Legend:** Graph 2A presents the full network of pig producers (=STB) in the districts of Ketou, Pobe, Dangbo, Aguegue Semepodji, Adjarra and Porto Novo. Graph 2B presents the weighting of links or numbers of practices exchanged inter-districts.

Table 5: Practices flows through pig producers' groups in districts (n=75)

Index	Porto (n=15)	Adjara (n=10)	Dangbo (n= 10)	Aguégué (n=10)	Sèmè Podji (n=10)	Kétou (n=10)	Pobè (n=10)	P-value
Density (%)	25.6	51.1	46.7	28.9	47.8	32.2	17.8	
Clustering coef (%)	64.9	80.4	64.1	38.9	79.3	45.9	26.5	
Fragmentation								
- 1 st quartile	0.7	0.3	0.3	0.6	0.6	0.2	0.5	
- Mean	0.80±0.0	0.40±0.0	0.30±0.0	0.70±0.0	0.60±0.0	0.30±0.0	0.60±0.0	NS
- 3 rd quartile	0.8	0.4	0.3	0.7	0.7	0.3	0.6	
Betweenness								
- 1 st quartile	0.0	0.0	0.8	0.0	0.7	0.0	0.0	
- Mean	3.30±5.3	2.00±8.8	4.30±3.5	1.00±1.8	3.50±4.2	6.50±1.5	0.90±5.5	NS
- 3 rd quartile	4.7	0.7	7.2	0.9	2.6	10.2	1.5	
Eigen centrality								
- 1 st quartile	0.2	0.6	0.5	0.6	0.0	0.5	0.1	
- Mean	0.40±0.3	0.70±0.2	0.70±0.2	0.70±0.2	0.40±0.2	0.70±0.4	0.50±0.4	NS
- 3 rd quartile	0.7	0.8	1.0	0.7	0.9	0.9	0.8	

NS: no statistical significant

Table 6: Comparison of practices flows (in degree and out degree) between affected and unaffected areas

	In-degree		p-value	Out-degree		p-value
	Affected Areas	Unaffected Areas		Affected Areas	Unaffected Areas	
1 st quartile	4	3		4	3	
Median	5	5	0.25	5	5	0.31
3 rd quartile	11	9.0		12	10	

3.4.3.2. Other VC stakeholders networks

Figure 3 presents the networks of veterinary services (Fig. 3A, n=16), pork butchers and gargotes (Fig. 3B, n=32), traders/brokers (Fig. 3C, n=34), and input suppliers (Fig. 3D, n=37). As exposed in Table 4, the cohesiveness indicators were highest in veterinary services (density 75.8 %, clustering coefficient 82.8 %), and input suppliers (density 72.2 %, clustering coefficient 80.8 %), followed by pork butchers and gargotes (density 58.3 %, clustering coefficient 59.4 %) and traders/brokers (density 47.9 %, clustering coefficient 76.1 %). Eigenvector centralities were also high in all these networks, with a value of 0.8 ± 0.1 in networks of veterinary services, traders/brokers, and input suppliers, and a slightly although significantly lower value in pork butchers and gargotes, at 0.7 ± 0.1 . The high average eigenvector centrality indicates evenly distributed linkages between actors within the same VC functions: well-connected actors are linked to other well-connected actors.

On average, each veterinarian is linked to around 11 % of the veterinarians present in the network (in- and out-degree centralities) (Fig 4). In networks of pork butchers and gargotes, of input suppliers and of traders/brokers each stakeholder is linked respectively to around 20%, 25% and 23% of other actors. Then, influences and supports of these actors are relatively higher than in the groups of veterinarians and pig producers. The average of in-closeness (0.056 ± 0.005 %) and of out-closeness centrality (0.054 ± 0.003 %) (Fig 1) indicate rather long paths from each individual to all others, hence long times needed for an information to reach the whole network starting from one individual. Nevertheless, closeness centrality among veterinarians proved the highest among VC functions.

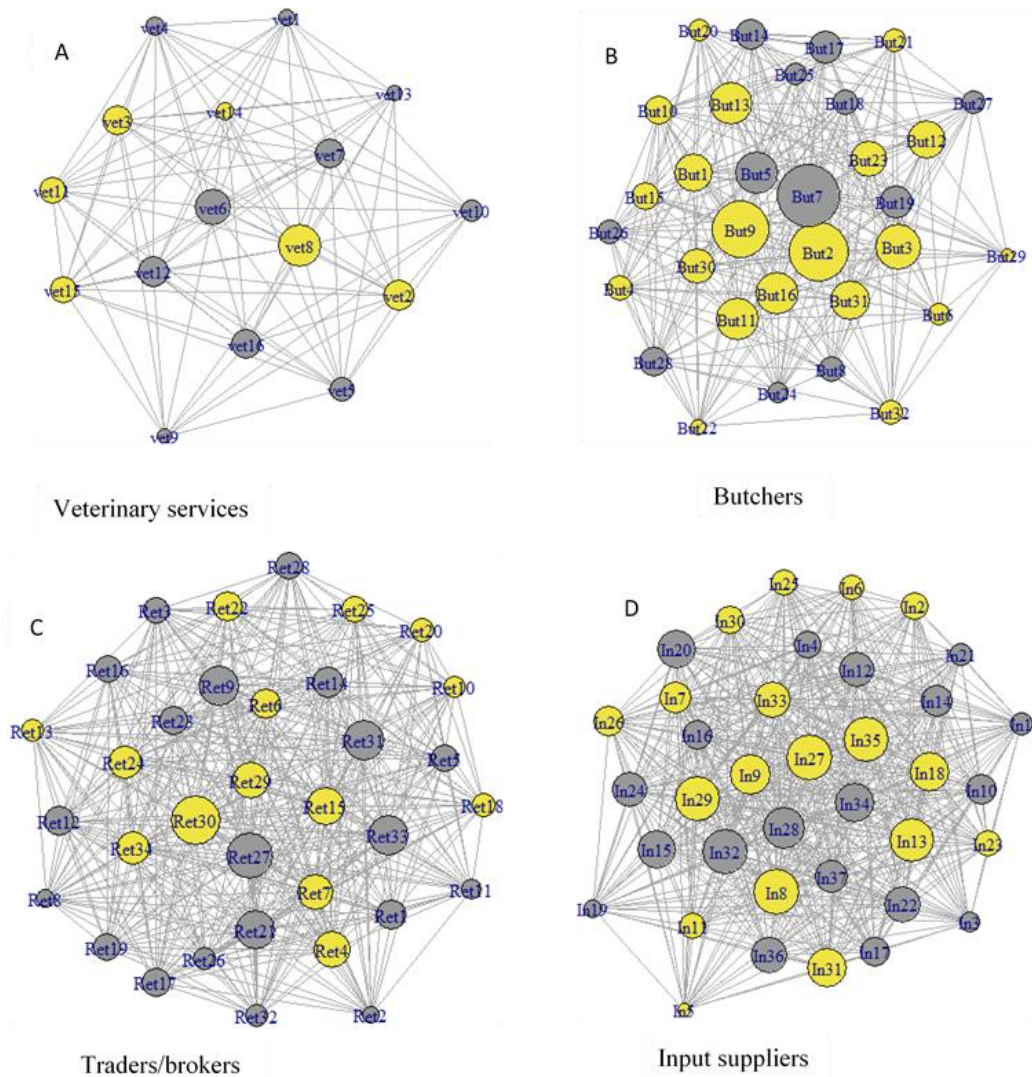


Figure 3: Networks of practices diffused against ASF in different swine VC functions in departments of Ouémé and of Plateau. (**Legend:** Degree centrality was represented through coloring nodes, a same color indicating statistically similar values. Betweenness centrality was expressed through the size of nodes.)

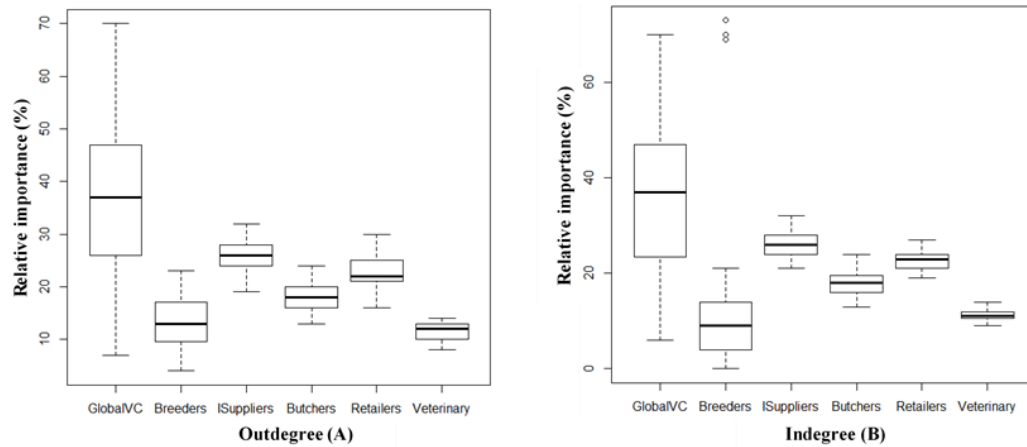


Figure 4: Influence (A) and support (B) of practices shared in different networks

3.4.4. Flows of practices through swine VC functions (n=122)

Figure 5 shows the overall network gathering the VC functions in terms of practices exchanged. Although, stakeholders in different VC functions proved more connected to actors in the same function, links between actors of different functions were also noticed. Input suppliers, traders and pork butchers and gargotes are more central in the collective exchanges. The cohesiveness of the overall network was low (density 29.2 %; clustering coefficient 49.0 %) (Table 4).

The weighting of the links or the numbers of stakeholders, inter-function who exchange practices between traders/brokers and input suppliers is evaluated to 33. Between traders/brokers and veterinary services the weighting is evaluated to 22 and to 19 between traders/brokers and pork butchers and gargotes. Links weighting between pig producers and input suppliers and between pig producers and traders/brokers are evaluated to 20. This shows specifically that pig producers used more information from input suppliers and from traders. Among VC functions, input suppliers and traders/brokers play more central role in practice diffusions.

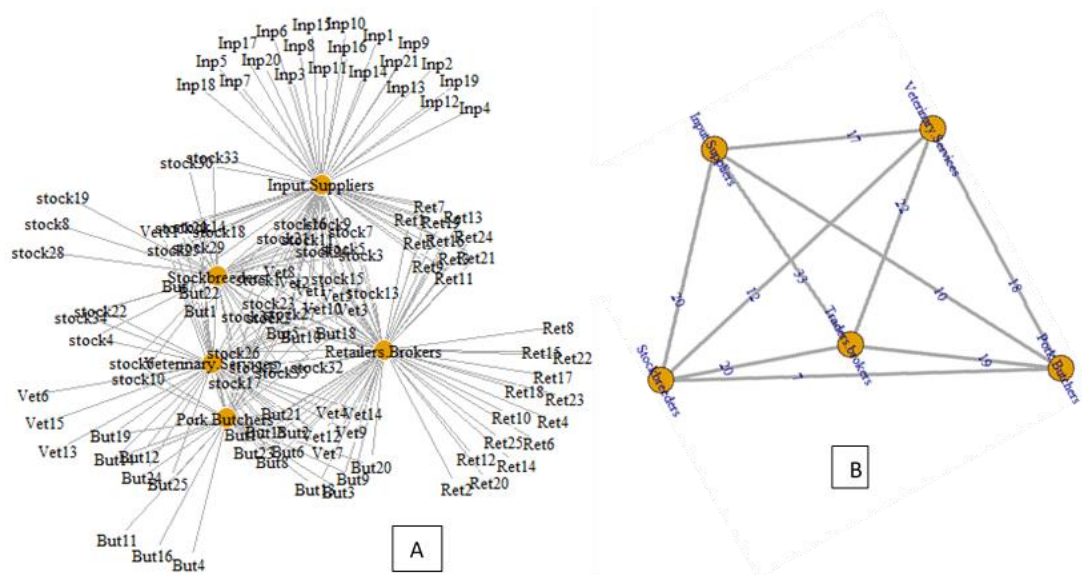


Figure 5: Network gathering different links and stakeholders of the value chain (Legend: Inp = Input suppliers, Stock= pig producers, Vet= Veterinary services, But= Pork butchers and gargotes, Ret= Traders/ brokers)

3.4.5. Stakeholders' characteristics affecting degree centrality (n= 194)

Table 7 shows the results of the multiple linear regression model conducted to test the influence of stakeholders' characteristics on their degree centrality. Table 8 shows the correlation coefficients between different variables used in the model. The age showed a negative influence on the degree centrality while experience had a positive influence (Table 7). Belonging to the groups of pig producers or veterinary services influenced negatively centrality. The practice of exchange visits, the participation to capacity reinforcement activities, as well as the status of professional (i.e. practicing the swine-related activity as a primary activity) have all shown positive influence on degree centrality. Strikingly, the adherence to an association indicates a negative although statistically not significant coefficient.

Table 7: Influence of stakeholders' characteristics on degree centrality

Variables	Coef.	SE	P-value
Intercept	40.3	3.3	< 0.001
Age	-0.1	0.0	< 0.01
Years of experience	0.7	0.0	< 0.05
Adhesion to association	-2.3	0.9	< 0.07
Professional status	0.8	1.0	< 0.05
Practice of exchange visits	1.2	0.9	< 0.05
Participation in capacity reinforcement	2.3	0.9	< 0.05
Type of stakeholders			< 0.001
Input suppliers	15.5	1.2	
Traders/brokers	9.7	1.3	
Pig producers	-10.9	2.0	
Veterinary services	-13.2	1.6	
Models			< 0.001

R²=0.71; Adjusted R²=0.68

Table 8: Correlations between factors of the model

	Degree	Type of stakeholders	Age	Experience	Association member	Professional status	Capacity reinforcement	Exchange visits
Degree	-							
Type of stakeholders	0.36***	-						
Age	-0.13*	-0.33***	-					
Experience	0.08 ^{NS}	0.29***	0.64***	-				
Association member	0.22*	0.26***	-0.14*	0.11 ^{NS}	-			
Professional status	0.49***	0.45***	-0.24***	0.17**	0.28***	-		
Capacity reinforcement	0.45***	0.52***	-0.25***	0.24***	0.25***	0.58***	-	
Exchange visits	0.45***	0.43	-0.29***	-0.23***	0.23**	0.63***	0.67***	-

*: *P value*<0.05; **: *p value*<0.01; ***: *p value*<0.001

3.5. Discussion

3.5.1. Weakness of practice diffusion among pig producers

Pig producers displayed lower network performances compared to other VC stakeholders. Hence, the flow of new practices facing ASF appeared quite low while the actual status of those practices would indeed call for urgent improvements. Pig producers might be characterized here as relatively passive, with a weak network reactivity, although interesting improvements have been reported in the present survey. Pig producers appeared as both the most aged group on average and the most experienced. As reported by Knowler and Bradshaw, (2007), experience and advanced age could act as factors that favour the diffusion of practices. In the present results, age proved to have the opposed influence on degree centrality in the total sample analysis, which might indicate a weaker innovative and interactive behaviour in older actors. Experience was confirmed here as having a positive effect on centrality of actors within the network. This may be easily interpreted as mirroring the gradual building of a professional network with the needed trust relationships to give or receive advice. The low professionalisation rate among pig producers also contributes to explain their weak network performances. Professionalization was indeed shown as favourable to degree centrality in the overall sample analysis. On the practical ground, this effect is easily interpreted as professionalization is here synonym of a greater time allocated to the swine -related activity, hence also more time devoted to learning and exchanging with other stakeholders. The default of training and exchange visits further stress and explain that weakness of practice diffusion between pig producers.

Professionalization, by increasing the dependency of an actor on this activity for its livelihoods, also increases the incentives to learn and to secure this activity when facing a threat as ASF. Therefore, the here-above mentioned factors of age, training, visits, and professionalization are tightly interrelated within a social complex. The latter complex might be disrupted by the entrance of younger specialised pig producers in the sector, which however is at present discouraged by the high production risks, among which ASF holds a major role. Therefore, one might not expect this evolution to occur in absence of policies securing the profitability of investment in swine production and stimulating the entrance of young professionals in the sector. Such policies would include the enforcement of biosecurity measures, which in a context of overall weakness of investment abilities of actors, would call for a financial support and improved access to agricultural credit. Naturally, the advent of a vaccine against ASF could act as such a disruptive innovation allowing for pig producers' investment and professionalization.

3.5.2. Weakness of the extension role of veterinary services

The low degrees centrality of veterinary services inside the global network may be explained by their insufficient number to cover the territory needs. Indeed, in remote areas, without strong institutional

arrangements linking actors, practices from veterinary services would be poorly diffused. Policies to build human and material resources for animal health are needed in order to protect public health, ensure food security and dynamize the livestock sector. In Spain, a 35-years effort of veterinary services has been needed to attain the difficult goal of ASF eradication (Mur *et al.*, 2012). The characteristics of the virus, among which its long survival in the environment, indeed explain that one cannot expect this eradication to occur without a strong involvement from the public sector, to conduct actions but also to coordinate, support and enforce the expected private actions (Penrith *et al.*, 2013; Penrith and Vosloo, 2009).

A striking negative result is this survey is the lack of identified new practices on the part of veterinarians themselves. Those indeed re-affirmed practicing the expected official duties, without any reference to potentially increased care while visiting swine premises, regarding disinfection of their boots, clothes or even vehicle. The “new” or “improved” practices are perceived by those actors as pertaining to breeders who would then have to follow their advice. The possibility of improved practices at their own level could not be evoked in any of interviews that were conducted. However, some could recognize spontaneously meeting “constraints” in the achievement of their official duties as control and seizure of carcasses or illegally imported animals.

As a result, the network analysis of veterinarian focussed on the exchange of advices to be delivered to pig producers. At this level also, the network performance of veterinarians appeared weak. This weak networking between veterinarians thus constitutes a bottleneck in the transmission of health information to other stakeholders in the swine VC (Mckenzie and Hathaway, 2006). This low diffusion between veterinarians may be interpreted as tied to the vertical organisation of veterinary services, acting along a top-down chain of command. Indeed, at the same level of the animal health system, by considering they have received information at the same time and through the same channel, would consider as inappropriate or useless to share (give or seek) advices and information horizontally.

3.5.3. A better dynamism of VC sectors upstream and downstream

Exchange of information about infected areas in the network of traders/brokers and pork butchers and gargotes are in fact influenced by the constraint of veterinary services. The latter indeed confiscate and destroy any animal without a health certificate, which obviously cannot be obtained in infected areas. Moreover, pork butchers and gargotes are well organised and in the event of a new outbreak, they inform each other and practices are diffused in order to protect their activity and incomes. Thus, information and practice diffusion in these networks is favoured by a motivation of commercial nature, as reported in previous study in pork sector in Benin (Govoeyi *et al.*, 2019) and in Uganda (Ouma *et al.*, 2018), but also by the imposed regulatory constraints.

Among input suppliers, particularly in animal feed industry, the better diffusion would be justified by the fact that suppliers' stores represent rallying point for exchanges. Meetings in suppliers' stores would provide an informal framework for exchanges of information between stakeholders as Delabouglise *et al.*, (2016) had shown in the poultry sector in Vietnam. As a result, these stakeholders play an indirect role in epidemiological surveillance in Africa and in Asia (Delabouglise *et al.*, 2015, 2016; Rich *et al.*, 2009)

3.5.4. Reactivity of VC and strengthening of innovation dynamics

The results of this study point to the importance of socio-economic factors and relations established among stakeholders in the diffusion of new practices and information, and therefore in the reactivity of the VC facing a threat like ASF. In the prospect of improving this reactivity, it seems important to invest in the building of better exchange networks, as promoted by the idea of innovation platforms (Hermans *et al.*, 2017). With this in mind, it appears surprising to observe in the present results the negative influence of the adherence to associations on stakeholders' degree centrality. Although this effect appears here only statistically tendential, it deserves therefore some comments. Indeed, as already highlighted in a previous study in the same framework (Govoeyi *et al.*, 2019), several of the pig producers associations considered appear as passive structures, which actors join for financial motives, since those associations intervene in group saving or sometimes joint purchase. Meetings are often perceived as a waste of time by members, who often fail in duly contributing their fee. Rarely these meetings may be the occasion for exchanges about good practices. As a result, in most districts, the actors presenting a clear dynamism and willingness to make their business flourish are inclined to adopt an individualistic strategy, hence not adhering to such associations. However, other pig producer associations are dynamic structures, leading the members to an improvement of their business. The cases of Adjara and Sèmè-Podji districts are an example of such active cooperatives, which resulted here in a higher degree centrality of pig producers in practice sharing. These cooperatives enabled learning and exchange of practices, which indeed is expected to strengthen the reactivity and adaptability of the sector in a changing environment (Klerkx *et al.*, 2010). They are therefore encouraging examples of collective actions enhancing actors' participation and communication within a VC, which is crucial for its sustainable development (Deimel and Theuvsen, 2011; Willy and Holm-Müller, 2013).

Associations in other functions of the VC also appear as more organized and operational. The example of pork butchers and gargotes is important, presenting a well-organized profession. However, their role in the promotion and diffusion of new practices is not a major one, since those mainly focussed on the protection of group interests (e.g. regulating, if not preventing, the entrance of newcomers in the sector). However, this degree of structuration, observed at the level of pork butchers and gargotes, traders or input suppliers, has built trust between actors within each of these functions. This trust might contribute

to the better network performance in practice sharing. They even show flows of information between functions. On the contrary, the regulatory role of veterinary services, in animal confiscation among others, seems to represent a significant strain on communication towards them. Thus, categories of pork butchers and gargotes and traders would be reluctant to diffuse information about their activities with veterinary services. These facts show a problem of trust between stakeholders in spreading good practice, as also illustrated in other studies (Camara *et al.*, 2019; Skardon, 2011). This situation favours in turn the development of parallel swine import channels, which make it difficult to control ASF. Frameworks gathering stakeholders, like innovation platform, may help to solve such issues of lack of trust (Donovan *et al.*, 2015).

The epidemic status of the districts did not show a significant effect on practice-sharing networks. Although distances are significant, actors feel evenly concerned by the epizootic, without a need to be more closely affected to react. Rather than an awareness raised through communication actions, this behaviour of pig producers has to be understood by considering their past experiences of ASF. This has been particularly expressed in the now ASF-free district of Adjara. Indeed, experienced issues are often the decisive trigger for practices implementation (Rogers, 2010). Let us note that this overall awareness of ASF threat is precisely causing the overall distrust in investment in swine breeding, although it does not appear as strong enough to mobilise massively actors to engage in better practices.

3.6. Conclusion

The swine VC faces several challenges among which ASF holds a crucial role in undermining the sector's sustainable growth. This social network analysis illustrated the reactivity or passivity of actors facing an ASF epizootic. The main observation may be summarized as follows. First, the pig producers appeared as the most passive actors, with noticeable better performance in places where cooperatives are active. Veterinary services appeared as weakly influential in the general network of swine VC and were strikingly not considering themselves as subject to needs for improvement of practices. Pork butchers and gargotes, animal traders and input suppliers due to veterinary daily controls and to their commercial nature as well as high professionalization were more prone to adopt and share practices and information between them. As for practical perspectives, innovation platforms might represent a private initiative to support in an attempt to build trust and a better reactivity of the VC. However, the present results also suggest a vicious cycle imposed by ASF threat, which would call for public support to be broken and open the way for private investments.

3.7. Acknowledgements

This study has been carried out in the framework of the project “*Professionalization of swine value chain actors in the Ouémé and Plateau regions, Benin*”, funded by the Belgian authorities through the

ARES-CCD (Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur - Commission pour la Coopération au Développement). We warmly thank the representations of the co-operatives who gave us their valuable time for participating in the focus groups discussions. Many thanks also to different actors of the swine value chain for accepting voluntarily to participate to the survey. Finally, our thanks to the entire team of the project who strongly believe in the success of the research project.

3.8. References

- Abbasi, A., Hossain, L., Leydesdorff, L., 2012. Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks. *Journal of Informetrics*, 6(3), 403-412pp. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2012.01.002>
- An, W., & Liu, Y. H. (2016). keyplayer: An R Package for Locating Key Players in Social Networks. *R Journal*, 8(1).
- Balasundaram, B., Butenko, S., Hicks, I. V., 2011. Clique relaxations in social network analysis: The maximum k-plex problem. *Operations Research*, 59(1), 133-142pp. <https://doi.org/10.1287/opre.1100.0851>
- Berthet, E.T., Hickey, G.M., 2018. Organizing collective innovation in support of sustainable agro-ecosystems: The role of network management. *Agricultural systems*, 165, 44-54pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.05.016>
- Biaou, A., 2016. Principaux Indicateurs socio-démographiques et économiques (RGPH-4, 2013). Inst. Natl. la Stat. l'analyse économique (INSAE). Bénin, 27pp
- Boshoff, C.I., Bastos, A.D.S., Gerber, L.J., Vosloo, W., 2007. Genetic characterisation of African swine fever viruses from outbreaks in southern Africa (1973–1999). *Veterinary microbiology*, 121(1-2), 45-55pp. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.11.007>
- Butts, C.T., 2008. Social network analysis with sna. *Journal of statistical software*, 24(6), 1-51pp.
- Camara, Y., Sow, F., Govoeyi, B., Moula, N., Sissokho, M. M., & Antoine-Moussiaux, N. (2019). Stakeholder involvement in cattle-breeding program in developing countries: A Delphi survey. *Livestock Science*, 228, 127-135pp. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.08.014>
- Catley, A., Leyland, T., 2001. Community participation and the delivery of veterinary services in Africa. *Preventive Veterinary Medicine*, 49(1-2), 95-113pp. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(01\)00171-4](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(01)00171-4)
- Collier, P., Dercon, S., 2014. African agriculture in 50 years: smallholders in a rapidly changing world? *World development*, 63, 92-101pp. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.10.001>
- Csardi, G., Nepusz, T., 2006. The igraph software package for complex network research. *InterJournal, Complex Systems*, 1695(5), 1-9pp.

Deimel, M., Theuvsen, L., 2011. Networking in meat production systems: The influence of cooperative structures on farmers' participation. *International journal on food system dynamics*, 2(1012-2016-81125), 23-35pp. [10.22004/ag.econ.121843](https://doi.org/10.22004/ag.econ.121843)

Delabouglise, A., Antoine-Moussiaux, N., Phan, T.D., Dao, D.C., Nguyen, T.T., Truong, B.D., Nguyen, X.N.T., Vu, T.D., Nguyen, K. V, Le, H.T., 2016. The Perceived Value of Passive Animal Health Surveillance: The Case of Highly Pathogenic Avian Influenza in Vietnam. *Zoonoses and public health*, 63(2), 112-128pp. <https://doi.org/10.1111/zph.12212>

Delabouglise, A., Dao, T.H., Truong, D.B., Nguyen, T.T., Nguyen, N.T.X., Duboz, R., Fournié, G., Antoine-Moussiaux, N., Grosbois, V., Vu, D.T., 2015. When private actors matter: Information-sharing network and surveillance of Highly Pathogenic Avian Influenza in Vietnam. *Acta tropica*, 147, 38-44pp. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.03.025>

Donovan, J., Franzel, S., Cunha, M., Gyau, A., Mithöfer, D., 2015. Guides for value chain development: a comparative review. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 5(1), 2-23pp. <https://doi.org/10.1108/JADEE-07-2013-0025>

Fasina, F.O., Agbaje, M., Ajani, F.L., Talabi, O.A., Lazarus, D.D., Gallardo, C., Thompson, P.N., Bastos, A.D.S., 2012. Risk factors for farm-level African swine fever infection in major pig-producing areas in Nigeria, 1997–2011. *Preventive veterinary medicine*, 107(1-2), 65-75pp. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.05.011>

Fasina, F.O., Shamaki, D., Makinde, A.A., Lombin, L.H., Lazarus, D.D., Rufai, S.A., Adamu, S.S., Agom, D., Pelayo, V., Soler, A., 2010. Surveillance for African swine fever in Nigeria, 2006–2009. *Transboundary and Emerging Diseases*, 57(4), 244-253pp. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2010.01142.x>

Fungo, B., Clark, L., Tenywa, M.M., Tukahirwa, J., Kamugisha, R., Birachi, E.A., Wanjiku, C., Bizosa, A.R., Wimba, B., Pali, P., 2011. Networks among agricultural stakeholders in the Southwestern Highlands of Uganda. 13pp. <https://hdl.handle.net/10568/10599>

Gogin, A., Gerasimov, V., Malogolovkin, A., Kolbasov, D., 2013. African swine fever in the North Caucasus region and the Russian Federation in years 2007–2012. *Virus research*, 173(1), 198-203pp. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2012.12.007>

Govoeyi, B., Ahounou, G.S., Agbokounou, A.M., Salifou, C.F.A., Dotche, O.I., Kiki, S.P., Youssao Abdou Karim, I., Antoine-Moussiaux, N., 2019. Participatory innovation analysis along livestock value

chains: case of swine value chain in Benin. *Agricultural Systems*, 174, 11-22pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.007>.

Hermans, F., Sartas, M., Van Schagen, B., van Asten, P., Schut, M., 2017. Social network analysis of multi-stakeholder platforms in agricultural research for development: Opportunities and constraints for innovation and scaling. *PloS one*, 12(2), e0169634pp. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169634>

Ifft Otte, J., Roland-Holst, D., Zilberman, D., J., 2009. Smallholder Poultry Certification for Pro-Poor HPAI Risk Reduction. *HPAI Research Brief*, (11).

Klerkx, L., Aarts, N., Leeuwis, C., 2010. Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural systems*, 103(6), 390-400pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.012>

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, 74-89pp. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.02.004>

Knowler, D., Bradshaw, B., 2007. Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy* 32, 25–48pp. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.01.003>

Lemieux, V., Ouimet, M., 2004. L'analyse structurale des réseaux sociaux. De Boeck Supérieur. 112pp

Li, Y., Shang, Y., Yang, Y. %J I.S., 2017. Clustering coefficients of large networks. *Information Sciences*, 382, 350-358pp. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.12.027>

Martínez-López, B., Perez, A.M., Sánchez-Vizcaíno, J.M., 2009. Social network analysis. Review of general concepts and use in preventive veterinary medicine. *Transboundary and emerging diseases*, 56(4), 109-120pp. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2009.01073.x>

Mckenzie, A.I., Hathaway, S., 2006. The role and functionality of Veterinary Services in food safety throughout the food chain. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 25(2), 837-848pp.

Molia, S., Boly, I.A., Duboz, R., Coulibaly, B., Guitian, J., Grosbois, V., Fournié, G., Pfeiffer, D.U., 2016. Live bird markets characterization and trading network analysis in Mali: Implications for the surveillance and control of avian influenza and Newcastle disease. *Acta tropica*, 155, 77-88pp. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.12.003>

- Mur, L., Boadella, M., Martínez-López, B., Gallardo, C., Gortazar, C., Sánchez-Vizcaíno, J.M., 2012. Monitoring of African swine fever in the wild boar population of the most recent endemic area of Spain. *Transboundary and emerging diseases*, 59(6), 526-531pp. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2012.01308.x>
- Nantima, N., Davies, J., Dione, M., Ocaido, M., Okoth, E., Mugisha, A., Bishop, R., 2016. Enhancing knowledge and awareness of biosecurity practices for control of African swine fever among smallholder pig farmers in four districts along the Kenya–Uganda border. *Tropical animal health and production*, 48(4), 727-734pp. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1015-8>
- Natale, F., Giovannini, A., Savini, L., Palma, D., Possenti, L., Fiore, G., Calistri, P., 2009. Network analysis of Italian cattle trade patterns and evaluation of risks for potential disease spread. *Preventive veterinary medicine*, 92(4), 341-350pp. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2009.08.026>
- Newman, M.E.J., 2005. A measure of betweenness centrality based on random walks. *Social networks*, 27(1), 39-54pp. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2004.11.009>
- Ouma, E., Dione, M., Birungi, R., Lule, P., Mayega, L., Dizyee, K., 2018. African swine fever control and market integration in Ugandan peri-urban smallholder pig value chains: an ex-ante impact assessment of interventions and their interaction. *Preventive veterinary medicine*, 151, 29-39pp. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.12.010>
- Pali, P.N., Zaibet, L., Mburu, S.K., Ndiwa, N., Rware, H.I., 2013. The potential influence of social networks on the adoption of breeding strategies. *Livestock Research for Rural Development*, 25(5). <http://www.lrrd.org/lrrd25/5/pali25089.htm>
- Penrith, M.-L., Vosloo, W., 2009. Review of African swine fever: transmission, spread and control. *Journal of the South African Veterinary Association*, 80(2), 58-62pp.
- Penrith, M.-L., Vosloo, W., Jori, F., Bastos, A.D.S., 2013. African swine fever virus eradication in Africa. *Virus research*, 173(1), 228-246pp. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2012.10.011>
- RCoreTeam, 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 16pp. URL <http://www.R-project.org/>
- Rich, K. M., Baker, D., Negassa, A., & Ross, R. B. (2009). *Concepts, applications, and extensions of value chain analysis to livestock systems in developing countries* (No. 1005-2016-79380). [10.22004/ag.econ.51922](https://doi.org/10.22004/ag.econ.51922)

Rogers, E.M., 2010. Diffusion of innovations. Simon and Schuster. 102pp

Sadler, G.R., Lee, H., Lim, R.S., Fullerton, J., 2010. Recruitment of hard-to-reach population subgroups via adaptations of the snowball sampling strategy. *Nursing & health sciences*, 12(3), 369-374pp. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2018.2010.00541.x>

Skardon, J., 2011. The role of trust in innovation networks. *Procedia-Social and behavioral sciences*, 26, 85-93pp.

Spielman, D.J., Hartwich, F., Grebmer, K., 2010. Public-private partnerships and developing-country agriculture: Evidence from the international agricultural research system. *Public Administration and Development*, 30(4), 261-276pp. <https://doi.org/10.1002/pad.574>

Trivette, S.A., 2018. The importance of food retailers: applying network analysis techniques to the study of local food systems. *Agriculture and Human Values*, 36(1), 77-90pp. <https://doi.org/10.1007/s10460-018-9885-1>

Wieland, B., Dhollander, S., Salman, M., Koenen, F., 2011. Qualitative risk assessment in a data-scarce environment: a model to assess the impact of control measures on spread of African Swine Fever. *Preventive veterinary medicine*, 99(1), 4-14. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.01.001>

Willy, D.K., Holm-Müller, K., 2013. Social influence and collective action effects on farm level soil conservation effort in rural Kenya. *Ecological Economics*, 90, 94-103pp. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.03.008>

Youssao, A.K.I., Koutinhoun, G.B., Kpodekon, T.M., Bonou, A.G., Adjakpa, A., Dotcho, C.D.G., Atodjinou, F.T.R., 2008. Production porcine et ressources génétiques locales en zone périurbaine de Cotonou et d'Abomey-Calavi au Bénin. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux*, 61(3-4), 235-243pp. <https://doi.org/10.19182/remvt.9995>

Chapitre 4

L'influence des consommateurs de viande de porc dans la mise en œuvre des innovations au sein de la filière porc dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au Bénin

Préambule

Les travaux menés jusqu'ici ont permis de considérer de manière approfondie les dynamiques d'innovation au sein de la filière. Ils ont dument considéré les différents maillons de cette filière et caractériser les rôles relatifs, forces et faiblesses de chacun dans ces dynamiques. Un acteur majeur de cette innovation a néanmoins été négligé, qui est le consommateur. Ce quatrième chapitre complète donc ce travail de thèse en considérant le rôle potentiel des consommateurs dans l'innovation dans la filière porc. L'objectif est à la fois de caractériser le rôle moteur de cette consommation en termes d'effectivité, c'est-à-dire de demande solvable exprimée, et en termes d'orientation, définissant les améliorations de produit telles que recherchées par les consommateurs.

Nous avons donc choisi d'aborder cette question à travers l'analyse du consentement du consommateur à payer pour les produits de charcuterie et l'intervention des différents critères de choix dans la définition du prix accepté. Cette analyse mobilise une méthode de préférences déclarées, en l'occurrence l'expérience de choix discret (ou analyse de choix multi-attributs), qui est une méthode permettant, par voie d'enquête, d'évaluer l'influence de critères de qualité d'un produit sur le prix que le consommateur est prêt à payer. La pertinence de cette méthode au sein de ce travail de recherche tient à l'identification participative des critères afin d'identifier en quoi ces critères appellent à des innovations au sein de la filière. Les méthodes de préférences déclarées ont été développées dans le milieu de la recherche commerciale pour l'identification de produits innovants, et ensuite appliquées dans un large spectre de recherche, dont d'économie de l'élevage et d'économie environnementale. Cette application renoue donc avec les origines de la méthode. Ce chapitre est rédigé en anglais sous forme d'article prêt à être soumis. L'identification participative des critères de choix ayant mis en évidence des attentes du consommateur en matière de sécurité sanitaire des aliments, l'article met à dessein cette dimension en avant.

Section étude

Etude 4 :

Role of pork demand in pulling innovation in the value chain: a discrete choice experiment in the Ouémé and Plateau Departments (Benin)

Authors: Benoît Govoeysi^{a,b*}, Chakirath Salifou^a, Ignace O. Dotche^a, Pascal S. Kiki^a, Issaka Youssao Abdou Karim^a, Martine Laitat^c, Kisito Tindano^c, Nicolas Antoine-Moussiaux^{c*}

^a Polytechnic School of Abomey Calavi, Department of Animal health and production, University of Abomey-Calavi, Benin

^b Fundamental and Applied Research for Animals and Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liège, Belgium

^c Department of clinical sciences, Faculty of Veterinary Medicine — University of Liège, Avenue de Cureghem,6, Bât. B43, B-4000 Liège, Belgium.

***Corresponding author:** bgovoeysi@doct.uliege.be

4.1. Abstract

The quality of food products includes their safety for consumers' health, as tightly controlled for in high-income countries. In low- and middle-income countries too, consumers are increasingly concerned about the quality and safety of food products. In South-East Benin, pork meat products are widely consumed in a context where pork butchers and gargotes often fail to propose adequate sanitary conditions. In these conditions, analysing the willingness to pay of consumers for safety qualities may stimulate the introduction for improved practices and contribute to the increase of stakeholders' incomes along the value chain. A mixed approach, combining qualitative and quantitative tools, was mobilised to study consumers' expectations regarding pork meat quality in their purchase behaviour in South-East Benin, in the regions of Vallée, Plateau and Porto-Novo. First, focus group discussions (FGD) were held in each region to identify purchase criteria, under the form of attributes and attributes levels. Based on these attributes a protocol was set up for Discrete Choice Experiment (DCE) and utility coefficients as well as willingness to pay were calculated. Multiple correspondence analysis (MCA) and hierarchical classification analysis (HCA, Ward's algorithm) were conducted based on direct expression of levels' preferences, to propose a typology of consumers. This approach proved highly complementary, usefully adding to DCE calculations. For total sample, the highest utility coefficients were obtained for attribute levels "high hygiene in restaurant" and "inspected carcasses". Other particular preferences regarding the skinning technique, the swine breed and cooking method proved to be indirectly tied to health concerns also. Hence, both methods highlighted the clear emphasis on food safety of pork consumer in South-East Benin. This demand might act as a trigger for change of practices provided that it may be relayed into production and transformation segments of the swine value chain.

Key words: Consumer, willingness to pay, safety, meat, value chain, Benin.

4.2. Introduction

The quality of food products includes their safety for consumers' health. Whereas this safety is tightly controlled in high-income countries, it increasingly represents a concern for consumers in low- and middle-income countries too (Moustier et al., 2010; Pedregal et al., 2010). This safety should be considered a challenge by all value chain actors. Indeed, this safety is crucial to establish consumers' trust (Dubuisson-Quellier, 2003) and therefore to ensure the growth of the whole value chain. Then, as applied through the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) method, food safety practices have to be implemented at all stages of production and distribution of food products (Ropkins and Beck, 2000). Within the realm of food safety, special attention may be given to animal products that cumulate risks of toxi-infections and zoonotic transmission. Consumers become increasingly aware of such zoonotic risks (Mørkbak et al., 2011). Also, besides scientifically established risks, animal products may also suffer from wrong information or biased perceptions of this risk by consumers. For example, during periods of devastating outbreak of African Swine Fever (ASF), pork consumption in Sub-Saharan Africa have been shown to suffer from some degree of psychosis within the population despite the absence of demonstrated risks for consumers health (Dione et al., 2016; Penrith and Vosloo, 2009).

In southern Benin, pork meat is widely consumed but pork butchers and gargotes most often fail to propose adequate sanitary conditions (Agbokounou et al., 2016; Govoeyi et al., 2019; Montcho et al., 2018). Pork meat is sold and consumed in informal street restaurants, called locally "gargote" or "charcuterie", held by butchers and gargotes and where hygiene and waste management appear mostly deficient. Due to the lack of slaughterhouses, veterinarian inspection is conducted in a decentralized and unsystematic way, at pork butchers and gargotes' places, where the slaughter areas have been described as important sources of meat contamination (Ahouandj nou et al., 2015; Salifou et al., 2013). In this context, the question arises whether the demand for improved meat safety could intervene as a trigger for an improvement of practices along the value chain.

To address this question, this paper investigates consumers' preferences in terms of pork meat quality. Similar investigations have been conducted to consider the marketing of traceable meats or certified pork in high income or emergent economies (Miller and Unnevehr, 2001; Zhang et al., 2012). However, in low-income countries of Sub Saharan Africa, such investigation have not been conducted to authors' knowledge, probably linked to the belief of the lack of interest of analysing the demand for food safety in a context of overall lack of food security. Nevertheless, the here-above mentioned PPA-induced psychosis among consumers may be considered as a clue that a demand exists for increased safety and that some willingness to pay for such products might be more widely present in Sub-Saharan Africa than usually assumed.

This paper applies a discrete choice experiment (DCE) in order to analyse the willingness to pay of consumers in Benin for quality attributes of pork meat. DCE belongs to stated preference methods, which are survey-based econometric methods allowing for the study of demand for good and services for which markets may not be observed (Adamowicz et al., 1998; Louviere et al., 2010). The method is widely applied by marketers to introduce new products or improving products' qualities, including in the context of animal products (Alfnes et al., 2006; Alfnes and Rickertsen, 2003). In the context of livestock in Sub-Saharan Africa, it has been mostly applied to breeders' demand for genetic traits (Kassie et al., 2010; Sidlo et al., 2015; Tindano et al., 2017; Hamadou et al., 2019). The method considers that the utility a consumer gains from the consumption of a good or service is determined by the quality of the good or service, decomposed into different attributes that may take different levels each. A DCE will confront interviewees with choices between different products or services assembling distinct levels of a defined set of attributes and a price. Through econometric methods, the trade-off made by consumers in their choice between the various attributes and the price will be calculated to derive their willingness to pay for appreciated features. In the present paper, these attributes and attributes levels of pork meat have been defined through participatory methods in focus group discussion to reflect consumers' priorities. The DCE protocol was also complemented by a qualitative approach allowing for the study of consumers' diversity and production of a tentative typology.

4.3. Methodology

4.3.1. Study region

The study has been conducted in the Departments of Ouémé and Plateau, in the South-East of Benin. Three areas were selected in the study region, around six townships presenting an important consumption of pork meat, with numerous selling points: the Porto-Novo area, comprising the townships of Porto-Novo and Adjara, the Vallée area, comprising the townships of Dangbo and Adjohoun, and the Plateau area, comprising the townships of Pobè and Ifangni. In retained townships of Porto Novo, Plateau and of Vallée, populations are estimated to 283,664, 154,516 and 127,010 inhabitants respectively. Transboundary trade with Nigeria is the dominant economic activity in townships of the first two areas. It represents up to 47.28% of economic activities. In the third zone, agricultural activities occupy more of the active populations and represent up to 85% of the smallholders' incomes of these municipalities (INSAE, 2002).

4.3.2. Definition of attributes in focus groups discussions (FGDs)

Consumers and pork butchers and gargotes have been gathered for FGDs. Three FGDs were carried out in May 2018, one per study area. Each FGD is composed of three consumers and two pork butchers and gargotes, sampled through on-site selection in restaurants. Each FGD lasted around two hours. The

substantial goal was to identify with stakeholders' participation the attributes, attributes levels that might be used to characterize pork meat and represent their judgment criteria. In each FGD, an open discussion was first led about appreciated and disliked features in pork meat. Attributes and attributes levels were listed. A relative importance was then assigned to each attribute. Each stakeholder was asked to ascribe to each attribute between 0 and 100 counters to express the degree to which the interviewee deems taking the criteria into account in his purchase decision. The mean score was then calculated for each attribute. Discussions around this scoring exercise helped exploring the different levels to take into consideration for each attribute and the best way to express those. The selection of attributes was made according to the average scores, retaining those exceeding 50 counters. Hence, five attributes were selected based on stakeholders' judgments and were subsequently used to elaborate the DCE questionnaire.

Attributes and levels retained include: a) sanitary inspection of the carcass by veterinary services (carcass inspected; uninspected carcass); b) swine breed (crossbred or local breed); c) swine skinning method used (singeing or scalding), d) hygiene of pork butchers gargotes' shop (high or low); e) cooking method (grilled, fried, cooked in sauce) and f) the price. The price levels were established based on average price of the dish of pork meat in districts. Three levels were determined, i.e 1000 XOF, 1200 XOF and 1400 XOF, which represent respectively the mean prices of the dish of pork in zones of Plateau, Vallée and Porto-Novo.

4.3.3. Experiment design and DCE questionnaire

A fractional factorial design was used in R version 3.3.2 (RCoreTeam, 2014) (Support.Ces packages). The method mix-and-match (rotation design function) allowed to create an unlabelled choice experiment design. From each set of two alternatives, the choice set was generated randomly, by selection without replacement. Thirty-six choice sets of two alternatives were established from R output. The questionnaires were established based on choice sets using questionnaires function of support.Ces packages in R (Aizaki et al., 2014; Pham et al., 2017). Stakeholders were asked to consider pairs of alternatives and choose which they would buy (example in Table 1). They were left the possibility to opt-out in case of rejection of both alternatives. To reduce the burden of interviewees, three blocks of 12 pairs of alternatives were constituted and to each stakeholder a batch of 12 pairs was submitted. The three batches of twelve pairs were applied sequentially among interviewees so that each batch is applied to an equal number of respondents.

Table 1: Example of a choice set submitted to interviewees for discrete choice experiment

Attributes	Alternative I	Alternative II	Opt-out
Sanitary inspection	Uninspected carcass	Inspected carcass	
Swine breed	Local breed	Crossbred	
Skinning technic	Scalding	Singeing	
Hygiene in restaurant	Low hygiene	High hygiene	
Cooking method	Grilled pork	Cooked in sauce	
Price	1000 XOF	1400 XOF	

4.3.4. Individual surveys for DCE data collection

Individual interviews for DCE completion have been conducted from June to September 2018. To ensure understanding of interviewees, questionnaires were tested and adjusted with 15 respondents (five by study area). During this stage, cards with pictorial representations of the difference in the dishes levels were developed to demonstrate each dish in a more explicit manner.

Respondent-driven sampling was mobilised to identify consumers (Sadler et al., 2010), with the first interviewees having been selected and interviewed on site in various pork-butcheries and gargotes of each study area. Appointments were also taken with consumers who were not instantly available to respond. In each of the six townships, 30 consumers have been sampled for interviews. According to the WHO guidelines on DCE, 30 represents the minimal number to allow for valid consideration of sub-groups in the total sample (WHO, 2012). Hence, this total sample amounted to 180 persons.

The average interview duration was 45 minutes. The guarantee of anonymity has been given to each interviewee, who was duly informed about the goals and content of the study. After oral consent with these elements, the interview could start. General information were collected, i.e. age, gender, education level, frequency of consumption in the week (considered high if greater or equal to four times a week, medium if two or three times a week, and low if once a week or less). The set of 12 pairs of alternatives was then sequentially presented for choice elicitation.

4.3.5. Econometric model and DCE data analyses

The probability P_{in} of choosing one scenario i was considered in the model as depending on the expected utility V_i provided by this profile, according the following formula:

$$P_{in} = 1/(1 + e^{V_{in}})$$

Respondents' decision-making is then modelled under random utility as follows. For each individual n , the utility provided by the choice of the scenario i is then expressed in the form:

$$V_{in} = \alpha_i + \sum \beta_k X_{ik}$$

Where V_{in} is the expected utility of scenario i , computed with attributes k (carcass inspection, swine breed, skinning method, hygiene in pork-butcherries and gargotes, cooking method, and price), α_i is an alternative-specific constant (ASC) of scenario i , and β_{ik} are the utility coefficients, estimating the contribution of the value X_{ik} to consumers utility.

The willingness to pay (WTP) or willingness to accept compensation (WTA) represents a monetary conversion of the output of the same model. The consumers' willingness to pay for a level l of an attribute k is computed as follows:

$$WTP \text{ or } WTA = -\beta_{kl}/\beta_{XOF}$$

Where β_{kl} is the coefficient of the level l of the attribute k and β_{XOF} the coefficient of the monetary unit (XOF). If the calculated ratio is positive, the value is interpreted as a WTP (the attribute level is appreciated), while it is interpreted as a WTA if it is negative (the attribute level is disliked). The McFadden pseudo-R squared (ρ^2), defined as the log likelihood of the model, indicates the good fit of the model if its value ranges from 0.2 to 0.4 (Pham et al., 2017).

McFadden conditional logit model was used for parameter estimation under software R (3.3.2). The package *survival* was first used, through the *clogit* function, for estimation of utilities coefficients β_{ik} . The package *mded* was then used, through the *mded* function, to measure differences between WTP of attributes levels (Aizaki et al., 2014; Ryan et al., 2007).

4.3.6. Direct preference elicitation, qualitative data and typological analysis

At the end of each individual interview, the consumers were asked in a direct manner their preference for the attribute levels, as expressed in their daily life. For each attribute, the motives and conditions for this preference were asked. Multiple correspondence analysis (MCA) and hierarchical classification analysis (HCA, using Ward's algorithm) were performed on the so-obtained categorical data to establish a consumer typology (package FactoMineR, function MCA and HCPC). Qualitative data were collected under the form of brief statements about motives, noted during the interview.

4.4. Results

4.4.1. Attributes and attributes levels selection in FGDs

Table 2 shows attributes and attributes levels identified in FGDs. Attribute “hygiene in pork-butcherries and gargotes”, “skinning technique”, “sanitary inspection of pork meat”, “cooking method”, and “swine breed” obtained more than 50% in proportional piling repartition. These attributes and their levels are retained for DCE protocol and for elaborating pork meat profiles.

Table 2: Attributes and attributes levels identified in focus group discussions

Attributes	Attributes levels	Proportional repartition
Hygiene in pork butcherries and gargotes	- high - low	80%
Skinning technique	- scalding - singeing	72%
Sanitary inspection	- inspected carcass - uninspected carcass	66%
Cooking method	- grilled - cooked in sauce - fried	55%
Swine breed	- local breed - crossbred	52%
Combustible for cooking	- wood - gas	47%
Raising conditions	- swill feeding - semi-intensive system - free range system	37%
Slaughtering area	- slaughterhouse - open air	37%
Experience of pork butcher and gargote	-	36%
Animal transport conditions	-	31%
Age of swine slaughtered	- young animals - culled breeding stock	29%
Pork meat ageing time	-	29%
Origin of animals	- from swine retailers - from pig producers	28%
Fat in pork meat	- fat pork meat - lean pork meat	24%
Health certificate of pork-butchery	-	23%
Sex of animal slaughtered	-	12%

Table 3: Social identification of consumers in the different study areas.

Variables		Vallée area (n=60)		Porto area (n=60)		Plateau area (n=60)	
		Number	Frequency (%)	Number	Frequency (%)	Number	Frequency (%)
Age	- < 30 years	24	40	27	45	25	42
	- 30- 50 years	33	55	29	48	35	58
	- > 50 years	3	5	4	7	0	0
Gender	- Men	53	88*	55	92*	54	90*
	- Women	7	12	5	8	6	10
Profession	- Farmers	8	13	8	13	11	19
	- Traders	12	20	9	15	2	3
	- Craftsman	19	32	28	47	33	55
	- Civil servant	2	3	3	5	2	3
	- Others	19	32	12	20	12	20
Educational level	- Primary	32	53	32	53	41	70*
	- Secondary	15	25	18	30	17	28*
	- University	4	7	6	10	1	2
	- None	9	15	4	7	1	2
Frequency of consumption (times per week)	- high (> 4)	25	42	35	58	15	25
	- mean (2 or 3)	29	48	23	39	25	42
	- low (1 or less)	6	10	2	3	20	33

**p value <0.05*

4.4.2. Utility coefficients and WTP

The utility coefficients and WTP or WTA estimated for each level of each attribute of pork meat are presented in Table 5. On the total sample, the McFaden pseudo-R squared (ρ^2) indicated the good fit of the model with a value of 0.49. For each attribute, one level is defined as a reference and other levels' coefficients represent the utility obtained when changing from the reference level to the level considered. For all quality attributes, utility coefficients were highly significant statistically ($p < 0.001$). The utility coefficient of the monetary unit for the total sample was -0.001, i.e. negative and highly significant ($p < 0.001$). This value is expected in order to allow calculation of the WTP. Price appears as counterpart conceded to benefit from appreciated attributes. The highest utility was ascribed to the attribute level "high hygiene in pork-butcherries and gargotes", reaching a WTP of 700 XOF (95% CI [-26; 727]) while the attribute level "inspected carcass" ranked second, with a WTP estimated to 500 XOF (95% CI [272; 693]) and "singeing" ranked third, with a WTP of 200 XOF (95% CI [-126; 291]). The levels "crossbred" was disliked compared to local breeds (WTA=100 XOF, 95% CI [74; 200]), and the preferred cooking method was "grilled" with WTA of 200 XOF for both "cooked in sauce" (95%

CI [123; 330]) and “fried” (95% CI [108; 287]). This overall scheme of preference proved similar between study areas (Table 5).

4.4.3. Typology of consumers and preference motives

The result of the multiple correspondence analysis (MCA) and hierarchical clustering analysis (HCA) are described in Table 6. Two dimensions were retained for analysis, conserving 86.2% of total variability. Three groups were retained from HCA, conserving a variance between groups of 67%.

Figure 1 shows correlations between attribute levels and the two retained dimensions. Dimension 1 opposed significantly ($p < 0.001$) modalities “*low hygiene of restaurant*”, “*uninspected carcass*”, “*cooked in sauce*” and “*fried*” to modalities “*local breeds*”, “*high hygiene of restaurant*”, “*inspected carcasses*” and “*grilled pork*”. Dimension 2 opposed significantly ($p < 0.001$) modalities “*singeing*”, “*crossbred*”, and “*fried*” to modalities “*local_breed*”, “*scalding*” and “*cooked in sauce*”.

Table 6 describes the three groups of consumers retained according to their directly expressed preference, as experienced in their daily life. Consumers from group 1 ($n=126$, 70% of total sample) represent the majority of the sample and confirm in a general manner the preferences established through DCE. Interestingly, recurrent motives for preferring scalding was a distrust in the combustible used for singeing, thought to bear toxic risks. Local breeds were preferred for their taste as well as for cultural reasons. Consumers from group 2 ($n= 39$, 22% of total sample) differ in their appreciation of breeds and skinning technique. Hence, the group 2 gathers a minority of consumers preferring crossbreds to local breeds and singeing to scalding. In this group, recurrent motives for preferring crossbreds was a distrust regarding local breeds that were explicitly associated to scavenging and health hazards. Singeing was preferred for the taste it provides to meat. Besides these major differences, group 2 was also characterized by a lower share of consumers who stated expressing factually a preference for hygiene and inspected carcasses in their usual consumption behaviour. Consumers from group 3 ($n=15$, 8% of total sample) present more radically distinct experienced preferences. These consumers declared not expressing a preference for higher hygiene or sanitary inspection in their daily consumption. Alternatively, they expressed a preference for pork that is cooked in sauce or fried, which they explained by the fact that this thoroughly cooked meat is safer.

Table 5: Utility coefficient and willingness to pay estimated for pork meat in department of Ouémé and Plateau (Bénin)

Modalities	Plateau area			Porto area			Vallée area			Total sample		
	Coef	MWTP	CI 97,5%	Coef	MWTP	CI 97,5%	Coef	MWTP	CI 97,5%	Coef	MWTP	CI 97,5%
- High hygiene - Low hygiene	0.6** 0	600	[-46; 512]	0.8** 0	400	[-351; 504]	0.9* 0	900	[-35; 621]	0.7* 0	700	[-26; 727]
- Inspected carcass - No inspection	0.45*** 0	450	[20; 512]	0.8*** 0	400	[241; 914]	0.4*** 0	400	[22; 604]	0.5*** 0	500	[272; 693]
- Scalding - Singeing	0.37* 0	370	[-43; 500]	0.5* 0	250	[-176; 406]	0.2* 0	200	[-51; 301]	0.2** 0	200	[-126; 291]
- Crossbred - Local	-0.19*** 0	-190	[-210; -8]	-0.9*** 0	-450	[-514; -23]	-0.2** 0	-200	[-160; -5]	-0.1*** 0	-100	[-200; -74]
- Cooked in sauce - Fried - Grilled	-0.2*** -0.2*** 0	-200 -200	[-614; -71] [-720; -79]	-0.5*** -0.4*** 0	-250 -200	[-89; -764] [-525; -129]	-0.3*** -0.2*** 0	-300 -200	[-298; -10] [-288; -8]	-0.2*** -0.2*** 0	-200 -200	[-330; -123] [-287; -108]
Price (10 ⁻²)	-0.1***			-0.2***			-0.1***			-0.1***		
Number of respondent	60			60			60			180		
Number of observation	2160			2160			2160			6480		
Log likelihood of the model	-421			-328			-394			-1193		
Log likelihood of the model without predictor	-791			-791			-791			-2373		
McFaden's pseudo ρ^2	0.46			0.58			0.50			0.49		

Coef: coefficient ; CI (XOF) : Confidence Interval ; MWTP (XOF) : Marginal willingness to Pay ; NS : Non-significant ; *p value < 0.05; **p value < 0.01;

***p value < 0.001

Table 6: Distribution of consumers from the three identified clusters according to the preference expressed as experienced in daily consumption (%)

Variables	Group1 (n= 126)	Group2 (n= 39)	Group3 (n= 15)
Scalding	93***	0	-
Local breed	93***	0	-
High hygiene	77***	23**	-
Inspected carcass	77***	23**	-
Grilled pork	77***	23**	-
Singeing	-	88***	-
Crossbred	-	88***	-
Low hygienic	-	-	100***
Uninspected carcass	-	-	100***
Cooked in sauce	-	-	100***
Fried pork	-	-	100***

p* value <0.01; *p* value <0.001; - no defined for variable

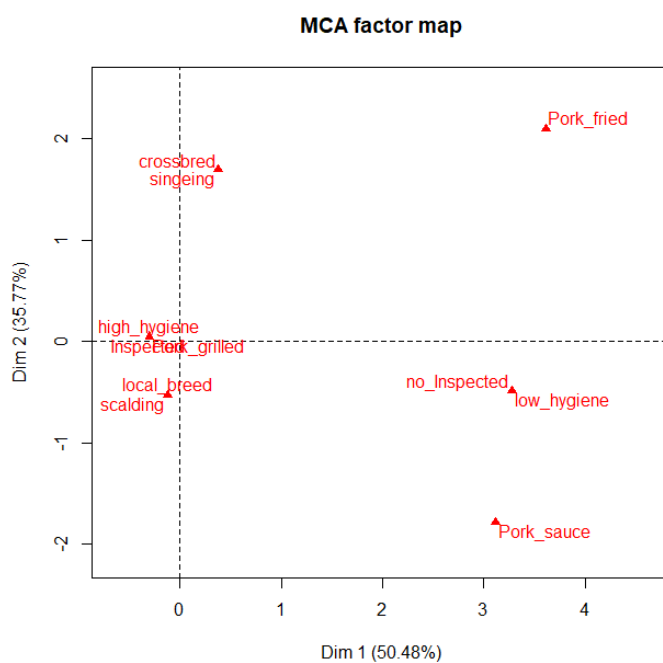


Figure 1: The repartition of attribute modalities following the two first axes.

4.5. Discussion

The persons met in pork butchers and gargotes correspond to a segment of population enjoying remunerative activities. Most of the consumer sampled were able to afford the purchase of pork meat more than twice a week. This observation was also made by FAO (2011) in their promotion of self-sufficiency for meat products in low and middle-income countries, highlighting the concern for equity of access to these products. With the rise in total population, as well as the rise of incomes and urbanisation expected from the coming economic development of Africa, additional efforts have to be implemented to satisfy growing meat demand. In large townships of South Benin, the development of economic activities improves people's purchasing power and their access to food, among which pork meat holds a particular cultural importance (Agbokounou et al., 2016; Kiki et al., 2018). For Youssouf et al. (2012), the proximity of consumers' workplace in big townships is the principal reason that links urbanization to an increase of consumption of animals products in the developing world. Hence, the context of South-East Benin appears here as a typical setting of a low-income country of Sub-Saharan Africa, undergoing an increase of animal product consumption tied to an unevenly distributed economic development, biased towards cities.

In this setting, consumers preferences proved to put much emphasis on food safety, expressed through the demand for carcass inspection and higher hygiene in restaurants. The preference for the scalding of carcasses is also to analyse as a demand for food safety. The latter skinning process indeed appears as an alternative to singeing, for which diverse nocive combustibles may be used, as plastics, damaged tyres and shoes. Indeed, as a result of these practices, plastics residues may be found in meat as shown recently by Montcho et al. (2018). As stated by interviewees in the present study and already reported in Benin in the case of small ruminant, meat from carcasses burnt for singeing are preferred for their taste (Salifou et al., 2012). Health concerns of consumers thus appear here as strong enough to counterbalance taste preferences and even to justify a price premium expressed in the present WTP.

Health concerns also appear indirectly in the stated motives of some consumers for meat from crossbred pigs, associating local pigs to scavenging and health hazards. The pork sector in low and middle-income countries, of Africa and other continents, is much marked by the threat of neurocysticercosis (infection by *Taeniasis solium* larva). Neurocysticercosis represents a seriously invalidating (epilepsia, meningoencephalitis) or even deadly condition in humans (Bianchin et al., 2006). To protect consumers' health, Benin's regulations foresee systematic veterinary inspection of animals at slaughter. However the deficient veterinary services do not allow for the strict enforcement of this regulation. In this context, increased awareness of all stakeholders along the value chain might be invoked as a need, as well as the particular sense of responsibility to be aroused among pork butchers and gargotes. The particular case of group 2 consumers preferring crossbreds can be understood as an avoidance of neurocysticercosis,

even if the disease may not be named as such by interviewees. This avoidance is made at the cost of the cultural preference for local pigs that was observed in the overall sample. Interviewees justified this preference of local pigs' meat by the better taste of it, as was indeed analysed by Youssao et al. (2009). In addition, group 3 consumers appeared accustomed to the lack of hygiene and veterinary inspection of meat. Indeed, those consumers were living in more remote areas where veterinary services are not provided daily due to a lack of veterinary agents and where pork butchers gargotes slaughter animals at home. Their preference for well-cooked meat may then be interpreted as an adaptive risk management strategy. Again, this choice appears to be made at the expense of gustative preferences, considering the overall preference for grilled meat, which was indeed qualified as tastier. Hence, the direct expression of preferences embedded in real situations could shed additional light on DCE results, further indicating the indirect expression of a demand for safety.

4.6. Conclusion

The present study emphasises the demand for meat safety in the context of urbanized areas of a low-income country as Benin. This demand might support improved practices along the value chain. In turn, the introduction of good practices would contribute to the building of trust between consumer and producers, ensuring the further growth of the sector. Therefore a positive feed-back loop may be expected, raising the question of the inceptive step to be taken. Let us note that, in the study region, whereas all segments of swine value chain are organized at the national level, no active association of pork consumers exists. Such organisations defend consumers' rights and protect them against any commercial deviance (Dubuisson-Quellier et al., 2011). Those could play in important role in relaying consumer's demand for improved quality into the production and transformation sectors, and in creating the needed.

4.7. Acknowledgements

This study has been carried out in the framework of the Research and Development Project: "Professionalisation of swine value chain actors in the Ouémé and Plateau regions, Benin", Funded by the *Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur - Commission de Coopération au Développement* (ARES-CCD).

4.8. References

- Adamowicz, W., Boxall, P., Williams, M., Louviere, J., 1998. Stated preference approaches for measuring passive use values: choice experiments and contingent valuation. *American journal of agricultural economics*, 80(1), 64-75pp.
- Agbokounou, A.M., Ahounou, G.S., Youssao, A.K.I., Mensah, G.A., Koutinhoun, B., Hornick, J.-L., 2016. Caractéristiques de l'élevage du porc local d'Afrique. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 30(1), 4701-4713pp.
- Ahouandjrou, H., Bonou, J., Dougnon, V., Adéoti, Z., Yedji, R., Toukourou, F., 2015. Evaluation of the microbiological quality of cattle carcasses in some slaughterhouses at Benin, West Africa. *International Journal of Scientific Reports*, 1(5), 228-234pp.
- Aizaki, H., Nakatani, T., Sato, K., 2014. Stated preference methods using R. CRC Press, 62pp.
- Alfnes, F., Guttormsen, A.G., Steine, G., Kolstad, K., 2006. Consumers' willingness to pay for the color of salmon: a choice experiment with real economic incentives. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(4), 1050-1061pp.
- Alfnes, F., Rickertsen, K., 2003. European consumers' willingness to pay for US beef in experimental auction markets. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(2), 396-405pp.
- Bianchin, M.M., Velasco, T.R., Takayanagui, O.M., Sakamoto, A.C., 2006. Neurocysticercosis, mesial temporal lobe epilepsy, and hippocampal sclerosis: an association largely ignored. *The Lancet Neurology*, 5(1), 20-21pp.
- Chenais, E., Boqvist, S., Emanuelson, U., von Brömssen, C., Ouma, E., Aliro, T., Masembe, C., Ståhl, K., Sternberg-Lewerin, S., 2017. Quantitative assessment of social and economic impact of African swine fever outbreaks in northern Uganda. *Preventive veterinary medicine*, 144, 134-148pp.
- Delgado, C.L., 2003. Rising consumption of meat and milk in developing countries has created a new food revolution. *The Journal of nutrition*, 133(11), 3907S-3910S pp.
- Dione, M., Ouma, E., Opio, F., Kawuma, B., Pezo, D., 2016. Qualitative analysis of the risks and practices associated with the spread of African swine fever within the smallholder pig value chains in Uganda. *Preventive veterinary medicine*, 135, 102-112pp.
- Drucker, A.G., Gomez, V., Anderson, S., 2001. The economic valuation of farm animal genetic

resources: a survey of available methods. *Ecological Economics*, 36(1), 1-18pp.

Dubuisson-Quellier, S., Lamine, C., Le Velly, R., 2011. Citizenship and consumption: Mobilisation in alternative food systems in France. *Sociologia ruralis*, 51(3), 304-323pp.

Dubuisson-Quellier, S., 2003. Confiance et qualité des produits alimentaires: une approche par la sociologie des relations marchandes. *Sociologie du travail*, 45(1), 95-111pp.

FAO, 2011. World Livestock 2011 – Livestock in food security. Rome, FAO, 130pp.

FAO, 2007. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling. Rome, 39pp.

Govoeyi, B., Ahounou, S. G., Agbokounou, A. M., Salifou, C. F., Dotche, I. O., Kiki, P. S., & Antoine-Moussiaux, N. (2019). Participatory innovation analysis along livestock value chains: Case of swine value chain in Benin. *Agricultural Systems*, 174, 11-22pp.

Hamadou, I., Moula, N., Siddo, S., Issa, M., Marichatou, H., Leroy, P., Antoine-Moussiaux, N., 2019. Valuing breeders' preferences in the conservation of the Koundoum sheep in Niger by multi-attribute analysis. *Archives Animal Breeding*, 62(2), 537pp.

INSAE, 2002. Troisième recensement général de la population et de l'habitation, 48pp.

Kassie, G.T., Abdulai, A., Wollny, C., 2010. Implicit Prices of Indigenous Bull Traits in Crop-Livestock Mixed Production Systems of Ethiopia. *African Development Review*, 22(4), 482-494pp.

Kiki, P. S., Dahouda, M., Toleba, S. S., Ahounou, S. G., Dotché, I. O., Govoeyi, B., & Dehoux, J. P. (2018). Gestion de l'alimentation des porcs et contraintes de l'élevage porcin au Sud-Bénin. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 71(1-2).

Kilelu, C.W., Klerkx, L., Leeuwis, C., 2013. Unravelling the role of innovation platforms in supporting co-evolution of innovation: contributions and tensions in a smallholder dairy development programme. *Agricultural systems*, 118, 65-77pp.

Kpodekon, M.T., Goussanou, J.S.E., Attakpa, E.Y., Boko, C.K., Ahounou, S.G., Salifou, C.F., Tougan, U.P., Youssao, A.K.I., 2013. Evaluation of macroscopic and microbiological hazards of indigenous pork consumption in south of Benin. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2(5), 98-109pp.

- Louviere, J.J., Flynn, T.N., Carson, R.T., 2010. Discrete choice experiments are not conjoint analysis. *Journal of Choice Modelling*, 3(3), 57-72pp.
- Miller, G.Y., Unnevehr, L.J., 2001. Characteristics of consumers demanding and their willingness to pay for certified safer pork. *Journal of Agribusiness*, 19(345-2016-15184), 101-119pp.
- Montcho, M., Aboh, A.B., Séidou, A.A., Dayou, E.D., Padonou, E.A., Babatoundé, S., Hornick, J.-L., 2018. Typology of Pork-Butcheries and Factors Determining the Sustainable Pork-Butcheries Waste Management in Southern Benin. *American Journal of Environmental Engineering and Science*, 5(4), 104-112pp.
- Mørkbak, M.R., Christensen, T., Gyrd-Hansen, D., 2011. Consumers' willingness to pay for safer meat depends on the risk reduction methods—A Danish case study on Salmonella risk in minced pork. *Food Control*, 22(3-4), 445-451pp.
- Moustier, P., Tam, P. T. G., Anh, D. T., Binh, V. T., & Loc, N. T. T. (2010). The role of farmer organizations in supplying supermarkets with quality food in Vietnam. *Food Policy*, 35(1), 69-78pp.
- Mur, L., Atzeni, M., Martínez-López, B., Feliziani, F., Rolesu, S., Sanchez-Vizcaino, J.M., 2016. Thirty-five-year presence of African swine fever in Sardinia: History, evolution and risk factors for disease maintenance. *Transboundary and emerging diseases*, 63(2), e165-e177pp.
- Ouma, E., Abdulai, A., Drucker, A., 2007. Measuring heterogeneous preferences for cattle traits among cattle-keeping households in East Africa. *American Journal of Agricultural Economics*, 89(4), 1005-1019pp.
- Penrith, M.-L., Vosloo, W., 2009. Review of African swine fever: transmission, spread and control. *Journal of the South African Veterinary Association*, 80(2), 58-62pp.
- Pedregal, V.D., Luan, N.N., Figuié, M., Moustier, P., 2010. Familiarity with consumer expectations to support smallholders: Demand for quality pork in Vietnam. ILRI, 127pp.
- Pham, H.T.T., Peyre, M., Trinh, T.Q., Nguyen, O.C., Vu, T.D., Rukkwamsuk, T., Antoine-Moussiaux, N., 2017. Application of discrete choice experiment to assess farmers' willingness to report swine diseases in the Red River Delta region, Vietnam. *Preventive veterinary medicine*, 138, 28-36pp.
- Randrianantoandro, T.N., Kono, H., Kubota, S., 2015. Knowledge and behavior in an animal disease outbreak—Evidence from the item count technique in a case of African swine fever in Madagascar.

Preventive veterinary medicine, 118(4), 483-487pp.

RCoreTeam, 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 62pp. URL <http://www.R-project.org/>.

Roosen, J., Fadlaoui, A., Bertaglia, M., 2005. Economic evaluation for conservation of farm animal genetic resources. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 122(4), 217-228pp.

Ropkins, K., Beck, A.J., 2000. Evaluation of worldwide approaches to the use of HACCP to control food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 11(1), 10-21pp.

Ryan, M., Gerard, K., Amaya-Amaya, M., 2007. Using discrete choice experiments to value health and health care. Springer Science & Business Media, 256pp.

Sadler, G.R., Lee, H., Lim, R.S., Fullerton, J., 2010. Recruitment of hard-to-reach population subgroups via adaptations of the snowball sampling strategy. *Nursing & health sciences*, 12(3), 369-374pp.

Salifou, C.F.A., Youssao, A.K.I., Salifou, S., Kpodekon, T.M., Tougan, P.U., Ahounou, G.S., Boco, C., Farougou, S., Mensah, G.A., Clinquart, A., 2012. Evaluation du procédé d'abattage des bovins aux abattoirs de Cotonou-Porto-Novo au sud du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(6), 6049-6061pp.

Salifou, C.F.A., Boko, K.C., Ahounou, G.S., Tougan, P.U., Kassa, S.K., Houaga, I., Farougou, S., Mensah, G.A., Clinquart, A., Youssao, A.K.I., 2013. Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(3), 1351-1369pp.

Siddo, S., Moula, N., Hamadou, I., Issa, M., Marichatou, H., Leroy, P., Antoine-Moussiaux, N., 2015. Breeding criteria and willingness to pay for improved Azawak zebu sires in Niger. *Archiv für Tierzucht*, 58, 251-259pp.

Tano, K., Kamuanga, M., Faminow, M.D., Swallow, B., 2003. Using conjoint analysis to estimate farmer's preferences for cattle traits in West Africa. *Ecological Economics*, 45(3), 393-407pp.

Tindano, K., Moula, N., Traoré, A., Leroy, P., Antoine-Moussiaux, N., 2017. Assessing the diversity of preferences of suburban smallholder sheep keepers for breeding rams in Ouagadougou, Burkina Faso. *Tropical animal health and production*, 49(6), 1187-1193pp.

WHO, 2012. How to conduct a Discrete Choice Experiment for health workforce recruitment and

retention in remote and rural areas: User guide with case studies,94pp.

You, D., Hug, L., & Anthony, D. (2014). *Generation 2030/Africa*. UNICEF. 3 United Nations Plaza, New York, NY 10017, 68pp.

Youssao, A. K. I., Koutinhoun, G. B., Kpodekon, T. M., Bonou, A. G., Adjakpa, A., Ahounou, G. S., & Mourot, J. (2009). Performances zootechniques et aptitudes bouchères des porcs locaux au Sud du Bénin. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*, 57(1).

Youssouf, I., Youssouf, M.L., Gabsoubo, L., Bosco, A.S., Ayao, M., 2012. Consommation hors-foyer de poulets traditionnels dans la ville de n'djamena (TCHAD). *Revue Scientifique du TCHAD* 1, 42–52pp.

Zhang, C., Bai, J., Wahl, T.I., 2012. Consumers' willingness to pay for traceable pork, milk, and cooking oil in Nanjing, China. *Food Control*, 27(1), 21-28pp. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.03.001>

Chapitre 5

Discussion générale, Conclusions et Perspectives

5.1. Discussion générale

5.1.1. La démarche adoptée : une analyse socio-économique participative ?

Ce travail mobilise une analyse socio-économique des ressorts de l'innovation au sein de la filière porc au Sud-Est du Bénin et sa potentielle contribution au développement durable de cette filière. Une démarche participative est privilégiée ici dans l'idée d'intégrer l'analyse à une action sur la filière étudiée. L'approche socio-économique place la décision des parties prenantes au centre des analyses (Callon et Foray, 1997). Ainsi, les filières agricoles se révèlent un objet majeur de l'analyse socio-économique en tant qu'analyse de la décision de ses acteurs. Organisée autour d'un enjeu économique, une filière fait en effet intervenir des dynamiques à la fois économiques, techniques et sociales qu'il est important de décrypter (Allee, 2003 ; Hess, 2008). Cette analyse se focalise ici sur le concept d'innovation, qui constitue une décision sans objet défini puisque consistant en pratiquement n'importe quel changement au sein de cette filière tendant vers une amélioration de l'une de ses composantes. La démarche vise donc à comprendre cette décision de changement de pratiques afin d'agir sur le système analysé, la filière, trouvant les leviers qui permettraient de favoriser une dynamique d'innovation et donc d'adaptation et de durabilité de la filière. Cette action peut se concevoir soit par le processus de recherche lui-même, en tant que recherche-action participative, soit dans un deuxième temps, à l'issue de production de recommandations ou de matériel pouvant servir de support à la suite des travaux d'organisation de la filière.

A ce stade de notre travail, la dimension participative de cette démarche se situe en effet surtout au niveau de l'implication des acteurs dans la formulation et la conduite des études. Les groupes de discussion focalisée mis en œuvre dans les différentes études ont ainsi permis de maintenir un certain caractère participatif de l'approche. Un effort était mené pour maintenir les acteurs au courant des objectifs des analyses visées et les discuter. L'analyse de la filière n'est donc pas neutre par rapport à celle-ci, se laissant influencer par les apports des acteurs et ne niant pas (voire espérant) la possibilité que le processus d'investigation crée en lui-même certains effets chez les participants (Pinho *et al.*, 2014). Néanmoins, dans les suites à réserver à ces travaux, la participation sera à créer dans le mode de restitution des résultats vers les acteurs. S'ils ont été impliqués dans la recherche, de larges parties du processus ont été menées par l'équipe de recherche de façon isolée : analyse statistique, analyse de discours, modélisation, écriture scientifique. Si la critique du transfert de résultats d'études scientifiques menées sans lien avec le terrain vers des populations-réceptacles nous apparaît pertinente, il est tout aussi critiquable de produire un savoir approfondi des réalités de ces acteurs sans leur rendre ensuite les clés de ce savoir. La présentation ou la restitution des résultats est une étape envisagée à la fin des thèses doctorales promues par le projet accueillant ce travail. Une simple présentation des résultats n'est toutefois pas suffisante pour prétendre à une démarche participative. Il s'agit en effet de permettre une

appropriation critique de ces résultats par les acteurs et de les accompagner dans le développement des propositions pratiques que ces résultats portent en germe (McKenzie, 2013). Ces travaux supposent des rencontres répétées, qui s'adresseront directement aux associations des acteurs concernés par les études.

5.1.2. Le bien-fondé des outils pour la participation

5.1.2.1. Groupes de discussion focalisée (GDF)

Dans les quatre études réalisées, les groupes de discussion focalisée (GDF) ont été privilégiés afin de créer au départ un cadre de confiance mutuelle et surtout pour favoriser la participation des parties prenantes. Ces échanges ont principalement servi de cadre pour présenter les objectifs des études et pour expliquer les activités devant être réalisées sur le terrain (Leclerc et al., 2011). Ces échanges appelaient à la participation des parties prenantes pour des analyses. Pour éviter de tomber dans le biais de politesse, ce cadre de confiance mutuelle peut être créé tout au début des travaux de recherche-action. Ces échanges permettent également d'établir les contacts qui facilitent les enquêtes individuelles. Les GDF ont été réalisés avec les parties prenantes de la filière, compte tenu de nos contacts et de notre connaissance du terrain (responsables de coopérative ou d'associations, les agents de la vulgarisation). Ces groupes d'échanges peuvent donner lieu à un biais lié au genre par sous-représentation féminine dans le groupe ou manque de participation active des femmes présentes. Eu égard au faible nombre de femmes dans la filière, il n'a pas été jugé pertinent voire pas faisable de mener des GDF séparés par genre. Nous avons donc tenté de contrôler ce biais de genre lors des enquêtes individuelles, cherchant au maximum à intégrer des participantes.

5.1.2.2. Entretiens semi-structurés

Contrairement aux entretiens structurés basés sur des questionnaires orientés, des checklists souvent adaptées en fonction des parties prenantes ont été utilisées et ont permis des débats ouverts. Ces débats suivent dès lors la logique de la personne interrogée dans le cadre défini par les objectifs de l'étude et les orientations de la checklist (Fylan, 2005). Les réponses étaient enregistrées au fur et à mesure et des réponses données pouvaient susciter d'autres interrogations auxquelles les interviewés étaient conviés à répondre. Des parties de réponses non comprises ou nécessitant clarification voire vérification étaient reformulées sous formes d'autres questions afin d'avoir la certitude de la réponse donnée par l'acteur. La méthode d'échantillonnage en boule de neige permettait de contacter les différents acteurs et les principes de la triangulation et de la saturation permettaient de recouper les informations mais aussi de diversifier les acteurs contactés.

5.1.2.3. Principe de triangulation et de saturation

La saturation est le principe par lequel, passé un certain nombre d'entretiens, la collecte de données n'apporte plus d'information nouvelle en ce qui concerne l'objet sociologique visé. Ce principe recherche donc les caractéristiques qui sont essentielles, ou les propriétés constitutives afin de les généraliser, tout en présupant que parce que ces informations sont essentielles, elles peuvent s'appliquer à d'autres composantes de la même population (Pires, 1997). Naturellement, la saturation complète n'est guère accessible et un jugement est posé par le chercheur sur l'intérêt des informations nouvelles eu égard à ses objectifs d'étude et au caractère essentiel ou au contraire anecdotique de ces informations. Le principe de saturation ne peut donc s'appliquer que relativement à des objectifs de départ clairement établis. Dans nos études, cette approche nous a donc permis à chaque fois de recouper les informations obtenues avec nos objectifs afin d'évoluer vers des collectes de données essentielles, tout en évitant d'élargir inutilement les enquêtes, la thèse étant un projet limité dans le temps.

La triangulation est le procédé par lequel les données, les rapports obtenus proviennent d'informateurs indépendants permettant la vérification de la qualité des informations recueillies (Calba et al., 2018). Cette approche met donc au premier plan la diversité des interviewés et le recroisement des informations pour vérification de la validité des faits rapportés et des données essentielles. Dans nos enquêtes, les différentes parties prenantes de la filière ont été prises en compte. Différents départements, zones et communes, associations, coopératives ont été prises en compte pour obtenir une pluralité des réponses. Cette approche de diversité utilisée pour la collecte des données a permis l'obtention des données essentielles et de limiter les biais y afférents.

5.1.2.4. L'échantillonnage en boule en neige

Les méthodes classiques d'échantillonnage utilisent une sélection aléatoire de répondants dans une base de données. Sachant qu'il est difficile d'obtenir de telles listes de répondants potentiels, nous avons été amenés à opter pour un échantillonnage non-aléatoire, effectué sur le terrain et se basant sur les renseignements graduellement obtenus auprès des services locaux et des acteurs de la filière eux-mêmes. Cette méthode a permis de remonter le long de la filière et de rencontrer les différents acteurs pertinents. Le fait d'être renseigné aux acteurs par des gens qui les connaissent aussi a facilité les contacts et favorisé la confiance et la qualité des échanges. Cette approche peut néanmoins présenter un biais de représentativité des parties prenantes. Dans l'application du principe de saturation et de triangulation, une diversification des interviewés a été activement recherchée pour que l'apparent recouplement des informations ou l'apparente saturation des informations ne soient pas le reflet d'un défaut de diversité des personnes rencontrées (Apostolidis, 2006).

5.1.2.5. Les empilements proportionnels

Lors d'un exercice d'empilement proportionnel, l'interviewé répartit cent compteurs entre des catégories compte tenu de l'importance relative accordée à celles-ci selon un critère d'importance précisé pour l'exercice. En GDF et en enquêtes individuelles, lorsque les parties prenantes devaient donner leurs avis sur des éléments d'enquêtes, le recours à l'empilement proportionnel permettait d'apprécier l'accord des parties prenantes sur l'importance relative de leurs choix (Calba et al., 2018). Des graines de niébé, de maïs ou des cailloux ont été utilisés à ces fins. Pour le choix des affirmations dans la première étude, des innovations mises en œuvre dans la deuxième étude, des bonnes pratiques mises en œuvre en réaction à la PPA dans la troisième étude et pour l'identification des attributs et des niveaux d'attributs, l'empilement proportionnel a été utilisé. Ces données chiffrées étaient utilisées pour calculer le coefficient de concordance de Kendall afin d'évaluer le degré d'accord entre les parties prenantes dans leurs appréciations.

5.1.2.6. Le diagramme d'impact et les empilement proportionnels

Kariuki et Njuki, (2013) ont développé le diagramme d'impact afin d'identifier les répercussions positives et négatives à la suite d'actions ou d'évènements. Ainsi, les changements potentiels dans les comportements des parties prenantes peuvent être déterminés partant des évènements ou des actions réalisées (Calba et al., 2018).

Le diagramme d'impact a été utilisé comme outil d'évaluation participative sur une période de deux ans avec les acteurs clés de la filière afin de voir les changements potentiels de l'approche participative mobilisée par le projet de recherche. Au cours de cette période, les phases trois et quatre de la méthodologie développée ont été mises en œuvre. Des réunions en GDF, des formations, des visites d'échanges et un outil de communication WhatsApp ont été utilisés au cours de cette période. Les parties prenantes ont, à la suite de la mise en œuvre de ces activités, évalué les changements de comportements à l'aide d'empilements proportionnels.

L'utilisation du diagramme d'impact n'a pas été aisé compte tenu du fait que les GDF n'ont pas toujours réuni les mêmes parties prenantes rencontrées au départ, faute de disponibilité. Néanmoins, d'autres représentants des mêmes organisations ou associations exerçant les mêmes activités ont été conviés pour les échanges en GDF à la phase finale pour l'évaluation. Les changements de comportements visés étaient beaucoup plus des changements d'ordre institutionnel et organisationnel. Ainsi, on pourrait même considérer comme un avantage de voir d'autres membres de ces organisations ou association joindre les GDFs.

5.1.2.7. Le coefficient de concordance de Kendall et l'empilement proportionnel

Le coefficient de concordance de Kendall est très connu dans les analyses écologiques afin d'analyser les groupes d'espèces significativement associés. Dans la collecte de données écologiques, les variables qui produisent un coefficient de concordance très significatif sont regroupées ou associées compte tenu des objectifs de recherche (Legendre, 2005 ; Siddo et al., 2015). Plus les coefficients sont élevés plus on établit un lien entre ces espèces présentant ce coefficient de concordance. Ce coefficient est aussi utilisé dans les sciences sociales afin de voir les accords entre les parties prenantes qui donnent leurs avis sur un sujet déterminé (Legendre, 2005). Les parties prenantes sont donc considérées dans les calculs comme étant des variables (ou juges).

Nous avons fait donc eu recours à ce coefficient sur la base des données obtenues dans les empilements proportionnels en GDF et en enquêtes individuelles afin d'apprécier les accords des parties prenantes. Mesurer l'accord des participants dans une recherche participative, nous paraît très important surtout pour éviter le biais lié au genre, compte tenu du fait que certains acteurs partagent difficilement leurs opinions en groupe.

5.1.2.8. Le cadre des systèmes d'innovations

Le cadre des systèmes d'innovations a été utilisé avec les parties prenantes dans la deuxième étude afin de travailler dans un creuset qui permet d'identifier les contraintes et les opportunités dans les différents maillons, pour susciter les innovations (Malerba, 2005). Ces échanges se sont basés sur la matrice dédiée à ce cadre. Cette dernière est un outil de visualisation qui a permis d'identifier les contraintes et les opportunités relatives à chaque segment de la filière. L'empilement proportionnel a été utilisée de manière complémentaire afin d'obtenir les opinions individuelles des parties prenantes après les échanges en groupe. Ceci a permis d'éviter le biais lié au genre et le biais de représentativité.

5.1.3. Réponses obtenues et leurs limites

Les études composant cette recherche ont mobilisé diverses approches pour comprendre les ressorts de l'innovation au sein de la filière. Cette diversité des approches permet d'aborder l'objet de l'innovation sous différents angles, chacun apportant des éléments complémentaires pour une compréhension de la dynamique et l'identification de voies d'action potentielles. Considérons ici la mesure dans laquelle nos études nous ont permis de répondre aux questions et aux hypothèses de recherches ayant sous-tendu ce travail.

La première hypothèse supposait l'existence de discours divergents entre les acteurs de la filière et le besoin de tenir compte de ces divergences pour ancrer et réussir un projet d'innovation. Les perceptions

que véhiculent les discours divergents influenceraient la visibilité et l'acceptabilité des actions de projets de recherche développement en milieu rural. Les démarches *top down*, dont la critique est proposée en introduction et fonde ce travail, apparaissent effectivement comme mises en cause par le discours identifié comme pessimiste et associé à la perception de l'innovation comme exogène. En termes d'objectifs, la typologie des opinions nous a dans ce cas-ci principalement confortés dans la pertinence d'une plateforme d'innovation par filière, notamment en raison du partage par différents types d'acteurs d'un opinion positif vis-à-vis d'une innovation perçue comme endogène. La présence de ce type de discours nous indique en effet qu'une meilleure implication des populations rurales peut conduire à des discours plus accueillants pour l'innovation, qui favorisent à la fois la génération d'innovations endogène comme la mise en œuvre d'innovations exogènes.

Cette approche typologique des discours aurait pu également s'appliquer en fin de processus (et pourra le faire en clôture du projet). Ceci permettrait de croiser ces deux résultats et d'apprécier le rôle de la plateforme d'innovation mise en place par le projet. Siddo et collaborateurs (2018) proposent ainsi un usage possible de la méthode Q pour le suivi-évaluation de politiques et d'actions de développement. Alternativement, une typologie des discours pourrait permettre de suivre l'état et l'évolution des perceptions que les différents acteurs de la filière ont des autres acteurs, donnant une certaine idée de la confiance qu'une telle plateforme permettra ou non de mettre en place et de renforcer.

Le second objectif de recherche mettait en avant la méthode d'analyse participative pour comprendre et conjointement agir sur les processus d'innovation endogène au sein de la filière. Si l'objectif de compréhension semble atteint, sans reprendre l'ensemble des enseignements tirés de la deuxième étude, il est plus intéressant ici de s'attarder sur l'objectif d'action sur la filière à travers l'étude. Ce point de la recherche a été poursuivi à travers le diagramme d'impact réalisé auprès des acteurs de la plateforme d'innovation. Comme il n'était pas question de ne mener que l'étude sans action, l'impact relevé mélange donc celui de l'étude de la filière et de la mise en œuvre de la plateforme d'innovation, de manière indissociable et avec un rôle probablement prépondérant de ce deuxième élément. Il est donc au final difficile de statuer clairement sur cette portion de l'objectif. Nous pouvons néanmoins avancer deux éléments en faveur de cette hypothèse. De manière assez fondamentale, nous pouvons d'abord relever, sur base du vécu des ateliers d'analyse du système d'innovation, que l'analyse participative a amené les acteurs à prendre conscience des défauts organisationnels de la filière. Ceci a généré une demande pour la plateforme et un intérêt de la part de ceux qui allaient en être les participants. Si l'impact final ne se dissocie pas de celui de la plateforme, nous sommes néanmoins enclins à penser qu'une analyse impliquant moins les acteurs n'aurait pas créé cette opportunité. Ensuite, les discussions et enquêtes ont poussé les acteurs à s'interroger sur les autres acteurs de la filière et à réfléchir sur leurs relations avec ceux-ci. Les groupes de discussion joignant ces différents acteurs ont créé des occasions

d'échanges ouverts allant en ce même sens. La préoccupation de filière ne préexistait pas clairement à l'étude, avec une coordination formelle alors uniquement horizontale, c'est-à-dire par maillon et non entre maillons (coordination dite verticale). Mettant ce point au cœur de son interrogation auprès des acteurs, l'analyse a contribué à donner une réalité à cette filière. Si la dynamique pourra aller jusqu'à la création d'une coordination formelle de filière, donnant suite à l'ambition de la plateforme d'innovation, reste une question ouverte.

Le troisième objectif était d'analyser avec un plus grand détail la capacité de réaction de la filière, son aptitude à s'adapter face à un choc. L'enjeu était d'adopter une méthode qui permette non seulement de juger des performances du système mais aussi de générer des actions, ayant identifié les points sur lesquels agir pour renforcer ces performances. L'analyse de réseaux nous semble avoir répondu à cette attente. Bien sûr, par son abord plus analytique et diagnostique, cette étude n'a pas inclus dans son protocole d'atelier d'analyse de résultats avec les acteurs afin d'identifier les modes de renforcement des performances du système. Cette limite est avant tout à comprendre dans le chronogramme de la thèse. Plus précisément, il nous a fallu apprendre la méthode et nous l'approprier, ce qui a requis un temps d'étude, notamment loin du terrain. L'analyse a donc été clairement dissociée dans le temps de la collecte de données, limitant notre capacité à mobiliser rapidement ces résultats sur le terrain pour la co-construction de solutions. Ensuite, la période de publication visée ne permettait pas d'inclure cette étape supplémentaire dans le processus de rédaction. Cette étape sera dès lors menée comme suite du travail, au sein de la dernière étape du projet.

Il est important en outre de comprendre cette étude eu égard à son objectif, qui est d'analyser la réaction d'innovation du système et la part de différents acteurs dans cette réaction. L'enjeu ne porte donc pas sur la gestion de la peste porcine africaine, que l'étude ne permet en effet pas de juger. Nous avons identifié les échanges de pratiques et les goulots d'étranglement dans les partages de ces pratiques, mais n'avons aucunement jugé de la qualité de la gestion de l'épizootie par les acteurs. De la même manière, cette analyse de réseau ne nous permet pas clairement de nous prononcer sur l'aptitude future de la filière à gérer ce fléau en particulier, aucune variable n'ayant été collectée qui aurait permis de juger du résultat en matière de contrôle épidémiologique.

Le quatrième objectif, à savoir l'évaluation du rôle potentiel du consommateur dans l'innovation, a été particulièrement productif à nos yeux. Ce rôle potentiel apparaît bel et bien confirmé et fait apparaître comme manquement du projet de n'avoir pas pensé ou réalisé l'inclusion de consommateurs dans l'idée de plateforme d'innovation. Ce manquement est à comprendre par le manque total d'organisation des consommateurs et l'absence d'interlocuteurs identifiables en tant que représentant des consommateurs de viande de porc (comme développé ci-dessous). La possibilité de création de ce type d'association reste à investiguer. Bien entendu, ne s'étant intéressé pour ce volet qu'à la demande, il restera à

s'intéresser à la rentabilité pour les acteurs de la filière des améliorations de l'offre. Outre les aspects réglementaires de la sécurité sanitaire des aliments, cette rentabilité sera une clé de la faisabilité des innovations demandées et donc du rôle effectif joué par la demande dans l'innovation.

5.1.4. Autres enseignements majeurs des différentes approches

Nous avons passé en revue les principales réponses délivrées par notre recherche aux questions posées par le travail de thèse. Nous proposons maintenant de mettre en évidence quelques points saillants de chacune de ces études qui, sans être tout à fait indépendants des points soulevés ci-dessus, nous semblent mériter d'être soulignés.

5.1.4.1. Professionnalisation

L'analyse de réseaux sociaux, au-delà des forces et faiblesses de positionnement dans le réseau des différents acteurs de la filière, a souligné la professionnalisation en tant que ressort de l'innovation. On peut en effet noter ici que, tel qu'indiqué dans son titre, le projet qui abrite ce travail de recherche vise à une professionnalisation de la filière, envisageant la plateforme d'innovation comme outil de celle-ci. Il est donc important de considérer ici le rôle, inverse par rapport à la logique du projet, de la professionnalisation dans l'innovation. La professionnalisation a pour effet d'accroître les enjeux de son activité pour l'acteur et d'accroître donc sa motivation à améliorer ses pratiques. Par spécialisation, elle accroît également le temps et l'argent que l'acteur peut allouer à son activité et sa progression (Smit, 2004). On pourrait suggérer également par cette étude que la professionnalisation ouvre à des réseaux de contacts à la fois plus étendus et plus stratégiques, donnant davantage de moyens à l'acteur pour améliorer ses pratiques. Une plateforme d'innovation ouvre également à de tels contacts (Hounkonnou *et al.*, 2016 ; Klerkx *et al.*, 2009). Nous pourrions en attendre qu'elle attire davantage les acteurs déjà professionnalisés mais également qu'elle appuie les acteurs en cours de professionnalisation, par les contacts créés et l'encouragement mutuel. L'importance de cet encouragement mutuel fut particulièrement palpable dans nos échanges avec certaines coopératives d'éleveurs, signant ce dynamisme jusque dans le nom qu'ils se sont donnés (Affossogbe signifie « nous sommes prêts »). L'idée d'une plateforme d'innovation dépasse donc la stricte production commune de nouvelles pratiques pour intégrer cet objectif de construction du capital social, objectivable par une telle analyse de réseaux. Ce capital, en retour, stimulera l'innovation.

5.1.4.2. Rôle ambivalent de l'associatif

Dans les différentes études, les associations et les coopératives d'acteurs sont visibles et regroupent des acteurs dans les différents maillons de la filière. L'adhésion à ces associations fait l'objet de paiement de frais d'adhésion et d'une part sociale afin de permettre aux associations de mener des activités

génératrices de revenus. Dans ces associations, des tontines entre membres permettent également le renforcement du capital. Entre les membres de ces associations, des visites d'échanges conduisant à des échanges d'expériences sont très souvent promues. Ce travail montre ainsi que ces associations ou coopératives ont joué un rôle relativement important dans la mise en œuvre des innovations techniques au sein des maillons actifs. Les acteurs membres des associations ont mis davantage d'innovations en œuvre dans leurs activités (Govoeyi *et al.*, 2019 ; Valentinov, 2005). Cela est bien sûr cohérent avec une vision des associations d'acteurs comme des creusets d'échanges d'expertises entre acteurs ou comme des incubateurs d'innovations.

Néanmoins, l'analyse de réseaux sociaux apporte un point de vue complémentaire à cette première partie de l'analyse. En effet, l'adhésion à ces associations y apparaît comme ayant une influence négative sur le partage d'informations (au contraire des visites d'échanges et de la participation à des formations, identifiées dans le modèle de façon séparée). Cette ambiguïté signale une réalité plus complexe que la vision positive initialement proposée. Elle souligne en effet la passivité de nombre de ces associations. Pour reprendre la déclaration d'un acteur : « *participer aux réunions d'une association est une perte de temps et de vrais professionnels n'ont pas le temps d'assister à ces réunions* ». Très souvent, ces réunions se limitent à des occasions d'échanges généraux où l'enjeu pratique principal devient l'organisation d'une solidarité financière (tontines). Elles regroupent très souvent des acteurs qui ne sont plus en activités et qui y vont pour les occasions sociales que cela représente. La centralité de l'objectif de solidarité financière a en outre tendance à rebuter les acteurs les plus performants économiquement, à rassembler des personnes en état de demande d'appui sans réelle complémentarité entre elles. En se focalisant sur un rôle d'assurance mutuelle, les associations professionnelles s'exposent au problème de la sélection adverse, faisant échouer par là-même un objectif de soutien à la professionnalisation. Les associations d'acteurs jouent donc un rôle ambivalent dans la mise en œuvre des innovations. Elles nécessiteraient pour accroître leur impact favorable de mettre en avant une quête commune de performance économique, comme nous avons pu le relever dans différentes coopératives d'éleveurs particulièrement dynamiques.

5.1.4.3. Absence des consommateurs

L'analyse des préférences des consommateurs a clairement mis en évidence une demande forte pour la qualité et la sécurité sanitaire des produits. Le pouvoir d'achat de la population concernée, s'il doit être précisé par des approches d'enquêtes à visée quantitative, nous permet déjà de supposer l'impact potentiel de cette demande sur la filière. Dès lors, l'absence de relais actuel de cette demande dans la filière nous semble pointer vers un défaut d'organisation. Aucune association de consommateur n'existe en effet à ce jour. Devant des acteurs aussi organisés que le sont les charcutiers, le manque d'organisation des consommateurs empêche toute prise en compte de leurs besoins au sein de la filière. Une association

des consommateurs protège les droits des consommateurs et oblige les commerçants à se plier aux exigences des consommateurs (Dubuisson-Quellier *et al.*, 2011). De telles associations, en rétablissant un rapport de force et un degré d'organisation permettant la discussion, permet de créer la confiance dont nous avons déjà souligné l'importance au sein de la filière pour son développement. Les consommateurs, à ce titre, apparaissent comme des acteurs importants de la filière car demandeur d'améliorations. Ils avaient été négligés dans la mise en place du projet de plateforme d'innovations. Cette étude nous permet donc d'aller d'une part à la rencontre des charcutiers pour leur exposer ces exigences de qualités venant des consommateurs, d'autre part, la PIMAF-Porc Ouémé-Plateau peut jouer un rôle sur la présentation des résultats afin de faire prendre conscience du rôle que peut jouer l'organisation des consommateurs dans la mise en œuvre des innovations.

5.1.5. Positionnement critique sur les approches par plateforme d'innovation

La plateforme PIMAF-Porc, mise en place par le projet abritant cette thèse, a été imaginée pour favoriser la participation des parties prenantes dans des débats exclusivement réservés à la filière porc (Klerx et Leeuwis, 2008). Par la plateforme, nos activités de recherche sur le terrain, celle des autres doctorants et celles d'autres étudiants étrangers ont été facilitées et les contacts avec les acteurs sont bien établis. Cette même plateforme devrait permettre d'assurer les suites de ces recherches, les résultats qui sortent des différentes études pouvant être valorisés directement puisque les mêmes acteurs s'en savent à l'origine. Si nous pensons que ces réalisations sont importantes et que ces espoirs sont fondés, l'approche présente certes des limites et des risques qui méritent d'être soulignés.

Le choix des animateurs de la plateforme d'innovation est une clé de sa réussite. Les animateurs doivent être des acteurs très disponibles dans l'action pour accompagner les autres membres de la plateforme. Ces animateurs doivent être des acteurs de consensus et seules les actions menées en soutien à la plateforme les emmèneront vers ce consensus. L'enjeu d'une recherche participative amène à faire assurer ce rôle d'animation par un chercheur. Or cet investissement de terrain apparaît en tension avec les objectifs propres du chercheur, notamment pour développer sa carrière. Pour ces raisons, l'animation de la plateforme devrait être une responsabilité limitée dans le temps. L'attribution de cette responsabilité pourrait être rotative afin de permettre à d'autres membres pouvant remplir ces conditions de conduire les actions de la plateforme d'innovation. Or, le nombre de scientifiques disponibles dans le profil indiqué manquent (Adekunle *et al.*, 2009).

L'autre limite d'une telle plateforme (et surtout des modes de communication qui la soutiennent) peut résider dans l'encadrement des débats. Les débats au sein de la plateforme doivent être exclusivement consacrés à la filière porc. Pour atteindre cet objectif, les animateurs doivent doter la plateforme d'une charte pour orienter les débats et cette charte doit prévenir les membres surtout des déviances dans les

interventions. Notre analyse ci-dessus de l'ambivalence du rôle des associations dans la stimulation de l'innovation pointe justement vers ce risque de déviance du débat (vers des mondanités ou des sujets polémiques sans rapport avec la filière) et des objectifs (vers des mises en commun de besoins plutôt que de potentiels d'action). Sans que cela n'ait fait l'objet explicite de cette thèse, il nous a été donné d'accompagner et contribuer à l'animation du groupe de discussion sous-tendant la PIMAF-Porc. Ainsi, il nous apparaît, par la confrontation de notre expérience d'animateur avec notre analyse détaillée ici, que la PIMAF-Porc s'expose aux mêmes risques que les associations taxées de passivité, progressivement délaissées par les individus les plus à même d'y contribuer significativement. Ainsi, le démarrage de la PIMAF-Porc a nécessité des ajustements et interventions de régulation des interventions inappropriées, qui ont d'ailleurs poussé dans l'intervalle certains acteurs de la recherche à se retirer de la plateforme.

Enfin, l'opérationnalisation de l'outil comme stimulus de l'innovation est confrontée à la question des financements devant permettre de mener des activités innovantes (essais, investissements). Une plateforme multi-acteurs est avant tout caractérisée par un pouvoir de décision indépendant. Les parties prenantes peuvent donc conduire en son sein des activités qui permettent de mobiliser les ressources (Richez-Battesti *et al.*, 2012). Or, les programmes de transfert technologique ont ancré un certain attentisme des acteurs, percevant le projet comme une source délivrant des moyens financiers.

Si nos travaux s'inscrivent donc en soutien des démarches participatives de stimulation de l'innovation, ils contribuent à en pointer des faiblesses et nous n'ignorons pas les défis additionnels, non-traités par ces travaux, auxquels ces démarches s'exposent.

5.2. Conclusion générale

La présente thèse s'inscrit dans la logique du développement durable des innovations mises en œuvre par les programmes de recherche développement. La thèse part de l'analyse participative pour comprendre les ressorts de l'innovation au sein de la filière porc au Sud-Est du Bénin et sa potentielle contribution au développement durable de cette filière. Les quatre études conduites de manière complémentaire ont montré l'importance relative de la participation des parties prenantes dans la recherche de solutions durables. La première étude a révélé que les différentes parties prenantes de la filière ont des discours divergents sur les innovations. La prise en compte de cette préoccupation permettrait de les réunir dans un creuset d'échanges, à l'instar d'une plateforme d'innovation afin d'agrèger les idées, les savoirs, les expériences pour des solutions innovantes et durables. La deuxième étude quant à elle a permis de tester une méthodologie participative pour accompagner les dynamiques d'innovations dans les filières agricoles. Cette méthodologie nous a permis de différencier principalement deux types d'acteurs sur base d'adoption d'innovations dans les maillons actifs de la

filière (élevages, charcuterie et vendeurs d'aliments bétails). Dans les groupes novateurs, l'adhésion aux associations ou aux coopératives aurait une influence sur l'adoption d'innovations. Quant à la troisième étude, elle a permis de connaître les réseaux de parties prenantes dans lesquels les flux d'échanges sont limités. Des facteurs socioéconomiques tels que le statut professionnel des parties prenantes, le renforcement des capacités, les visites d'échanges jouent un rôle intéressant dans ces échanges d'innovations en réaction à la peste porcine africaine. Les éleveurs sont reconnus dans cette étude comme étant des acteurs moins actifs dans ces échanges. Pour les services vétérinaires, l'approche *top-down* mise en œuvre dans la diffusion des pratiques et leur rôle de police sanitaire ne leur permet pas de développer un réseau dense et de jouer le rôle important que l'on aurait pu attendre du fait de la nature de la menace considérée. La quatrième étude a identifié le consommateur comme porteur d'une demande solvable pour des innovations accroissant la qualité des produits. Cette étude appelle en creux à une organisation des consommateurs en faveur de cette qualité.

En outre, les études ont montré le rôle ambivalent que les associations pouvaient jouer dans la mise en œuvre des innovations. Les limites de la plateforme d'innovation montrent que cet outil n'est pas une panacée et que son utilisation doit appeler à une vigilance des différentes parties prenantes. La complémentarité des outils utilisés pour cette recherche a permis de comprendre les ressorts qui sous-tendent les innovations, adoptant plusieurs angles de vue.

5.3. Perspectives

L'approche méthodologique utilisée dans la présente recherche, nous a conduit certes à des résultats qui interpellent les différentes parties prenantes de la filière ainsi que les politiques en appui à la filière. Cependant ces études suscitent des recherches complémentaires restées dans l'ombre, vu que la thèse est un projet inscrit dans un temps bien défini. Ainsi donc, certaines recherches nous semblent aussi pertinentes dans la recherche de solutions innovantes et durables pour la filière. Il s'agit de (a) l'influence de la plateforme d'innovations sur la capacité innovante des parties prenantes, (b) la place des schémas d'assurance dans la gestion des risques liés aux activités des parties prenantes, (c) l'évaluation quantitative de la rentabilité des différents maillons de la filière et l'évaluation de possibilités de co-financements des actions innovantes par les acteurs impliqués.

Nous formulons ainsi ces perspectives autour des questions de recherches suivantes :

- a) Dans quelles mesures une plateforme d'innovation multi acteurs pourrait-elle soutenir les capacités des parties prenantes à innover ?

Les conclusions des deux premières études nous amènent à affirmer qu'une plateforme d'innovation pourrait fournir un appui pour soutenir les innovations endogènes et surtout pour favoriser l'inclusion des parties prenantes dans la recherche. Une telle plateforme étant à présent mise en place, il serait intéressant d'apprécier ses impacts, en partie par répétition de protocole déjà mené : méthode Q, diagramme d'impact et analyse de réseaux sociaux. D'autres cadres et outils d'analyse sont à envisager, comme la cartographie des incidences, focalisant l'évaluation d'un projet sur le suivi des changements comportementaux de ses partenaires directs et le suivi des stratégies mises en œuvre pour susciter ces changements (Carden et al., 2002 ; Earl et al., 2001).

- b) Dans quelle mesure les schémas d'assurances pourraient-ils être mis en œuvre afin d'aider les parties prenantes à amortir les risques liés à leurs activités ?

Les résultats de la troisième étude suggèrent une amélioration des échanges de bonnes pratiques entre les parties prenantes de la filière en réaction à la PPA. Au vu de l'importance de cette menace pour la filière et le poids qu'elle pèse sur les investissements consentis dans la filière, il apparaît important d'envisager la possibilité de schémas d'assurance. Au vu de la nature du risque à couvrir, les dimensions spatiales du risque et le lien à établir avec des actions de prévention et de contrôle conditionnent sa faisabilité pratique. Ces points nécessitent une évaluation technique et financière. La demande en assurance de la part des éleveurs nécessite également d'être quantifiée, en termes de consentement à payer, pour alimenter cette évaluation de sa faisabilité.

- c) Dans quelles mesures une évaluation quantitative de la rentabilité des différents maillons de la filière pourrait-elle soutenir la mise en œuvre des innovations induites par le consommateur ?

Pour soutenir le grand besoin de la qualité des produits de charcuteries, une étude pourrait être conduite pour apprécier quantitativement dans quelle mesure la mise en œuvre de ces innovations est faisable. Il s'agit de chiffrer ici les investissements nécessaires et la possibilité d'une rentabilité de ces investissements sur base du consentement à payer des consommateurs. Posant la question plus large de moyens financiers nécessaires aux investissements pour soutenir l'amélioration des pratiques, mises en œuvre d'innovations ou développement d'essais sur site, les modalités de co-financement de ceux-ci devrait être abordés. Si une partie des fonds pourraient relever d'une mise en commun du disponible, des formations des acteurs de la plateforme pour tirer parti des soutiens existants dans le cadre des politiques nationales ou d'appuis étrangers pourraient être un facteur décisif d'efficacité de la plateforme.

5.4. Références

Apostolidis, T., 2006. Représentations sociales et triangulation: une application en psychologie sociale de la santé. *Psicologia : Teoria e Pesquisa*, 22, 211–226pp.

Adekunle, A.A., Hawkins, R., Heemskerk, R., Booth, R., Daane, J., Maatman, A., Nederlof, S., Defoer, T., Sellamna, N., Gildemacher, P., 2009. Integrated Agricultural Research for Development (Iar4d), in: Forum for Agricultural Research in Africa (FARA), 94pp.

Allee, V., 2003. Value networks and evolving business models for the knowledge economy, in: *Handbook on Knowledge Management*. Springer, 605–621pp.

Calba, C., Peyre, M., Roger, F., Antoine-Moussiaux, N., Hendrikx, P., Saegerman, C., Goutard, F.L., 2018. Approches participatives et estimation de l'acceptabilité des systèmes de surveillance: la méthode AccePT. *Épidémiologie et Santé Animale*, 73, 49–58pp.

Callon, M., Foray, D., 1997. Introduction: Nouvelle économie de la Science ou socio-économie de la recherche scientifique? *Revue d'économie Industrielle*. 79, 13–35pp.

Carden, F., Earl, S., Patton, M.Q., Smutylo, T., 2002. La cartographie des incidences : intégrer l'apprentissage et la réflexion dans les programmes de développement, Publié par le Centre de recherches pour le développement international BP 8500, Ottawa (Ontario) Canada, 143pp.

Dubuisson-Quellier, S., Lamine, C., Le Velly, R., 2011. Citizenship and consumption: Mobilisation in alternative food systems in France. *Sociologia Ruralis*, 51, 304–323pp.

Earl, S., Carden, F., & Smutylo, T. (2001). *Outcome mapping: Building learning and reflection into development programs* Publié par le Centre de recherches pour le développement international BP 8500, Ottawa, Ottawa, 154pp.

Fylan, F., 2005. Semi-structured interviewing. *A handbook of research methods for clinical and health psychology*, 5(2), 65-78pp.

Govoeyi, B., Ahounou, G.S., Agbokounou, A.M., Salifou, C.F.A., Dotche, O.I., Kiki, S.P., Youssao Abdou Karim, I., Antoine-Moussiaux, N., 2019. Participatory innovation analysis along livestock value chains: case of swine value chain in Benin. *Agricultural Systems*, 174, 11-22pp. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.007>.

Hess, M., 2008. Governance, value chains and networks: an afterword. *Economy and Society*, 37, 452–459pp.

Hounkonnou, D., Brouwers, J., Van Huis, A., Jiggins, J., Kossou, D., Röling, N., & Traoré, M. (2018). Triggering regime change: a comparative analysis of the performance of innovation platforms that attempted to change the institutional context for nine agricultural domains in West Africa. *Agricultural Systems*, 165, 296-309pp.

Kariuki, J., Njuki, J., 2013. Using participatory impact diagrams to evaluate a community development project in Kenya. *Development in practices*, 23, 90–106pp.

Klerkx, L., Leeuwis, C., 2008. Balancing multiple interests: Embedding innovation intermediation in the agricultural knowledge infrastructure. *Technovation*, 28, 364–378pp.

Klerkx, L., Hall, A., Leeuwis, C., 2009. Strengthening agricultural innovation capacity: are innovation brokers the answer? *International Journal of Agricultural Resources Governance and Ecology*, 8, 409–438pp.

Leclerc, C., Bourassa, B., Picard, F., Courcy, F., 2011. Du groupe focalisé à la recherche collaborative: avantages, défis et stratégies. *Rech. Qual.* 29, 145–167pp.

Legendre, P., 2005. Species associations: the Kendall coefficient of concordance revisited. *Journal of agricultural, biological, and environmental statistics*, 10(2), 226–245pp.

Malerba, F., 2005. Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors. *Economics of innovation and New Technology*, 14(1-2), 63-82pp.

McKenzie, F., 2013. Farmer-driven innovation in New South Wales, Australia. *Australian Geographer*, 44(1), 81-95pp.

Pinho, N., Beirão, G., Patrício, L., P. Fisk, R., 2014. Understanding value co-creation in complex services with many actors. *Journal of Service Management*, 25(4), 470-493pp.

Pires, A.P., 1997. Échantillonnage et recherche qualitative: essai théorique et méthodologique. *La Recherche qualitative. Enjeux épistémologiques méthodologiques* 113–169pp

Siddo, S., Moula, N., Hamadou, I., Issa, M., Marichatou, H., Leroy, P., Antoine-Moussiaux, N., 2015. Breeding criteria and willingness to pay for improved Azawak zebu sires in Niger. *Archiv für Tierzucht*

58, 251-259pp.

Siddo, S., Moula, N., Hamadou, I., Issa, M., Issa, S., Hamani, M., Leroy, P., Antoine-Moussiaux, N., 2018. Q method to map the diversity of stakeholder viewpoints along agricultural innovation systems: a case study on cattle genetic improvement in Niger. *Archiv für Tierzucht*, 61(1), 143-151

Smit, A.B., 2004. Changing external conditions require high levels of entrepreneurship in agriculture, in: XV International Symposium on Horticultural Economics and Management 655, 167–173pp.

Richez-Battesti, N., Petrella, F., Vallade, D., 2012. L'innovation sociale, une notion aux usages pluriels: Quels enjeux et défis pour l'analyse? *Innovations* 15–36pp.

Valentinov, V.L., 2005. The organizational nature of agricultural cooperatives: a perspective from the farm problem theory. *Journal of Rural Cooperation*, 33(2), 139-151pp.

Annexes

Annexe 1 : Les affirmations utilisées pour la Q méthode

N°	Statements
	Innovations Origine
1	Innovations come from foreign research
2	Innovations come from local research
3	Innovations are different from inventions
4	Innovations can be achieved by everyone
5	Indigenous news practices can be regarded as local innovation
6	Peasants or producers in Benin used to innovate
	Advantages et risks regarding innovations
7	Innovations are risky because results are unknown
8	Innovations are often a benefit for people who adopt them
9	Innovations are disruptive for traditional way of life
10	Innovations are blueprint solutions
11	Development agents get more gains than producers from innovations
12	We have to innovate for a sustainable agricultural production
13	Innovations offer voices of incomes improvement for rural populations
14	Innovations present option to better success in productions
15	Innovation may enable for giving better visibility and valorisation of agricultural productions
	Favourable and binding factors
16	Innovators are those who have problems and decide to resolve them
17	Innovators are actors who may take risks
18	A minimum of instruction and experiences are required to innovate
19	Even an illiterate can innovate
20	Young people are more innovating
21	Youth peoples are more innovators
22	Innovations do not warranty better future in Africa
23	Only innovations are not enough to improve production in Africa
24	Innovations can contribute to food security for African populations
25	Fatalism is an obstacle for innovations
26	Farmers maintain traditional habits by constraint of means to innovate
	Social effects regarding innovations
27	Only the wealthy farmers can profit from the innovations
28	Innovations in African context create more winner than loser
29	The poor farmers will remain lagging behind innovations
30	Farmers from Africa grant little of importance to innovations
31	Few people are involved in innovation in Africa because they do not have the means
32	The innovations could move away farmers from their socioeconomic realities
33	The innovations can foster abundant production in the African context
34	Innovations do not ask necessarily of big means
35	Innovations reduce the arduousness of work and increase wellbeing at work
	Dynamics prevailing on innovations
36	Exchange visits between actors are to favour to foster innovation
37	To move beyond subsistence agriculture, the farmers have to innovate
38	Innovation is more developed in processing than in production
39	Socio-cultural realities can inhibit innovations
40	The political environment in Africa is favourable to innovations
41	The actors of agricultural value chains have little incentive to innovate

42	Financial support institutions encourage innovation.
43	Farmers organisational framework do not promote innovations in Bénin
44	Les agences de micro crédits proposent des services innovants pour faciliter l'accès aux crédits
45	There are more innovations in the agricultural marketing sector
46	The innovations allow for improving agricultural yields
47	Development agents promote innovations
48	Local institutions of research promote sufficiently innovations
49	The agricultural loans do not encourage innovations
50	Il est difficile d'identifier de nouvelles pratiques pour changer les habitudes
51	The innovations are challenges to be faced in Africa
52	La recherche africaine vulgarise assez les innovations dans les domaines agricoles
53	La recherche africaine vulgarise assez les innovations dans d'autres domaines
54	Innovations are harmful to farmers
55	Sustainable development would be possible without innovations introduction

Presses de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège

4000 Liège (Belgique)

D/2020/0480/1

ISBN 978-2-87543-149-3



9 782875 431493